

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年12月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-374790

[ST.10/C]:

[JP 2002-374790]

出 願 人

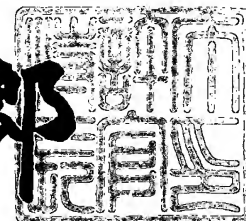
Applicant(s):

大日本スクリーン製造株式会社

2003年 2月18日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3008761

【書類名】 特許願

【整理番号】 106101

【提出日】 平成14年 7月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C23C 16/44

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1
番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

【氏名】 溝畑 保廣

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1
番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

【氏名】 松原 英明

【特許出願人】

【識別番号】 000207551

【住所又は居所】 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1
番地の1

【氏名又は名称】 大日本スクリーン製造株式会社

【代理人】

【識別番号】 100101328

【弁理士】

【氏名又は名称】 川崎 実夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100075155

【弁理士】

【氏名又は名称】 亀井 弘勝

【選任した代理人】

【識別番号】 100087701

【弁理士】

【氏名又は名称】 稲岡 耕作

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 052906

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9502702

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 メッキ装置、それに用いるカートリッジ、およびメッキ方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

不溶性アノードを有し、メッキ液を用いて基板に銅メッキを施すためのメッキ処理部と、

このメッキ処理部との間でメッキ液を通液可能に接続され、内部に銅の線材からなる銅供給源が収容された銅溶解タンクと、

上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる第 1 循環手段とを備えたことを特徴とするメッキ装置。

【請求項 2】

上記メッキ処理部が、基板に接触させるメッキ液を収容するメッキ槽と、

このメッキ槽よりも大量のメッキ液を収容できるメッキ液収容槽と、

上記メッキ槽と上記メッキ液収容槽との間でメッキ液を循環させる第 2 循環手段とを備え、

上記銅溶解タンクが、上記メッキ液収容槽を介して上記メッキ処理部に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載のメッキ装置。

【請求項 3】

上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材を含み、この複数枚のメッシュ部材が、上記銅溶解タンク内のメッキ液の流路に沿う方向に積層されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のメッキ装置。

【請求項 4】

上記銅溶解タンクが、上記メッキ装置に対して着脱自在で、メッキ液を導入するためのメッキ液導入口およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口を有し、上記銅供給源が内部に収容されたカートリッジを含むことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のメッキ装置。

【請求項 5】

不溶性アノードを有し、メッキ液を用いて基板に銅メッキを施すためのメッキ処理部と、

このメッキ処理部との間でメッキ液を通液可能に接続され、内部に銅供給源が収容された銅溶解タンクと、

上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる循環手段と、

上記銅供給源の表面の変質を防止するための置換液を、上記銅溶解タンクに供給する置換液供給手段と、

上記メッキ処理部でメッキ処理がされているときは、上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させ、上記メッキ処理部でのメッキ処理が終了した後に、上記メッキ液の循環を停止し、上記銅溶解タンク内のメッキ液を上記置換液供給手段からの置換液で置換するように制御する制御部とを備えたことを特徴とするメッキ装置。

【請求項 6】

上記銅溶解タンクに純水を供給する純水供給手段をさらに備え、

上記制御部が、上記メッキ処理部でのメッキ処理が終了した後に、上記銅溶解タンク内のメッキ液を純水で置換した後に置換液で置換するように制御することを特徴とする請求項 5 記載のメッキ装置。

【請求項 7】

上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材を含み、この複数枚のメッシュ部材が、上記銅溶解タンク内のメッキ液の流路に沿う方向に積層されていることを特徴とする請求項 5 または 6 記載のメッキ装置。

【請求項 8】

上記銅溶解タンクが、上記メッキ装置に対して着脱自在で、メッキ液を導入するためのメッキ液導入口およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口を有し、上記銅供給源が内部に収容されたカートリッジを含むことを特徴とする請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載のメッキ装置。

【請求項 9】

不溶性アノードを有し、メッキ液を用いて基板に銅メッキを施すためのメッキ処理部と、

このメッキ処理部との間でメッキ液を通液可能に接続され、内部に銅供給源が

収容された複数の銅溶解タンクと、

上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる循環手段と、

上記複数の銅溶解タンクの重量を個別に計測する重量計測手段と、

上記重量計測手段の計測結果に基づいて使用する銅溶解タンクを決定し、その銅溶解タンクと上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるように制御する制御部とを備えたことを特徴とするメッキ装置。

【請求項 1 0】

上記制御部が、上記重量計測手段の計測結果に基づいて、上記複数の銅溶解タンク内の銅供給源の重量をそれぞれ算出し、最も重量が小さい上記銅供給源が収容された銅溶解タンクを上記使用する銅溶解タンクに決定することを特徴とする請求項 9 記載のメッキ装置。

【請求項 1 1】

上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材を含み、この複数枚のメッシュ部材が、上記銅溶解タンク内のメッキ液の流路に沿う方向に積層されていることを特徴とする請求項 9 または 1 0 記載のメッキ装置。

【請求項 1 2】

上記銅溶解タンクが、上記メッキ装置に対して着脱自在で、メッキ液を導入するためのメッキ液導入口およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口を有し、上記銅供給源が内部に収容されたカートリッジを含むことを特徴とする請求項 9 ないし 1 1 のいずれかに記載のメッキ装置。

【請求項 1 3】

不溶性アノードを有する銅メッキをするためのメッキ装置に着脱自在で、このメッキ装置で用いられるメッキ液に銅イオンを供給するためのカートリッジであって、

メッキ液を導入するためのメッキ液導入口およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口を有し、銅の線材からなる銅供給源が内部に収容されていることを特徴とするカートリッジ。

【請求項 1 4】

上記銅供給源が、上記カートリッジ内のメッキ液の流路を横切るように配されていることを特徴とする請求項 1 3 記載のカートリッジ。

【請求項 1 5】

上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材を含み、この複数枚のメッシュ部材が、上記カートリッジ内のメッキ液の流路に沿う方向に積層されていることを特徴とする請求項 1 3 または 1 4 記載のカートリッジ。

【請求項 1 6】

上記銅供給源の空隙率が、3 0 % 以上であることを特徴とする請求項 1 3 ないし 1 5 のいずれかに記載のカートリッジ。

【請求項 1 7】

不溶性アノードを備えたメッキ処理部で、基板の表面にメッキ液を接触させてメッキするメッキ工程と、

内部に銅の線材からなる銅供給源が収容された銅溶解タンクと上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるメッキ液循環工程とを含むことを特徴とするメッキ方法。

【請求項 1 8】

上記メッキ処理部が、基板に接触させるメッキ液を収容するメッキ槽と、このメッキ槽よりも大量のメッキ液を収容できるメッキ液収容槽とを備え、

上記メッキ工程が、上記メッキ槽に収容されたメッキ液に基板を接触させてメッキを行う工程を含み、

上記メッキ液循環工程が、上記メッキ槽とメッキ液収容槽との間でメッキ液を循環させる工程と、上記メッキ液収容槽と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる工程とを含むことを特徴とする請求項 1 7 記載のメッキ方法。

【請求項 1 9】

不溶性アノードを備えたメッキ処理部で、基板の表面にメッキ液を接触させてメッキするメッキ工程と、

このメッキ工程実行中に、内部に銅供給源が収容された銅溶解タンクと上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるメッキ液循環工程と、

上記銅溶解タンク内のメッキ液を、上記銅供給源の表面の変質を防止するため

の置換液で置換する置換工程とを含むことを特徴とするメッキ方法。

【請求項 2 0】

上記置換工程が、上記銅溶解タンク内のメッキ液を純水で置換する純水置換工程と、この純水置換工程の後、上記銅溶解タンク内を上記置換液で置換する工程とを含むことを特徴とする請求項 1 9 記載のメッキ方法。

【請求項 2 1】

不溶性アノードを備えたメッキ処理部で、基板の表面をメッキ液に接触させてメッキするメッキ工程と、

内部に銅供給源が収容された複数の銅溶解タンクの重量を個別に測定する重量測定工程と、

この重量測定工程の測定結果に基づいて、使用する銅溶解タンクを決定する使用タンク決定工程と、

この使用タンク決定工程により決定されたタンクと上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるメッキ液循環工程とを含むことを特徴とするメッキ方法。

【請求項 2 2】

上記使用タンク決定工程が、上記重量測定工程による重量測定結果に基づいて上記複数の銅溶解タンク内の銅供給源の重量をそれぞれ算出する銅重量算出工程と、

この銅重量算出工程で算出された重量に基づいて、最も重量が小さい銅供給源が収容された銅溶解タンクを上記使用する銅溶解タンクに決定する工程とを含むことを特徴とする請求項 2 1 記載のメッキ方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウエハなどの基板に銅メッキを施すためのメッキ装置、それに使用するカートリッジ、およびメッキ方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体装置の製造工程において、半導体ウエハ（以下、単に「ウエハ」という

。)の一方表面にメッキ処理を施すことがある。ウエハに銅メッキをするためのメッキ装置には、銅イオンを含むメッキ液を収容してウエハの一方表面にメッキ液を接触させるためのメッキ槽と、メッキ槽内に沈められた銅からなる溶解性のアノードと、ウエハに接触可能なカソードとを含むものがある。

【0003】

メッキ時には、ウエハにカソードが接触され、ウエハの一方表面（下面）がメッキ槽に満たされたメッキ液に接触され、この状態でアノードとカソードとの間に通電される。これにより、メッキ液とウエハとの界面では、メッキ液中の銅イオンに電子が与えられて、ウエハの表面に銅原子が被着し、アノードとメッキ液との界面では、アノードを構成する銅原子は電子を奪われて銅イオンとなってメッキ液中に溶出する。アノード電極は、メッキ液に銅イオンを供給する銅供給源として機能する。

【0004】

このように、メッキ液中の銅イオンは、銅原子としてウエハに被着して失われる一方で、同じ量の銅イオンがアノードから供給され、メッキ液中の銅イオンの量はほぼ一定に保たれる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、このようなメッキ装置においては、メッキ処理を繰り返すうちにアノード電極が消耗するので、アノード電極の交換作業が必要であった。メッキ槽は、処理対象のウエハの大きさ（径）に合わせて大きさが決められているので小さなものであり、また、アノード電極は重量が大きい。このため、メッキ槽深部に沈められたアノード電極を交換する作業は、労力を要するものであった。

【0006】

また、メッキ装置は、クリーンルーム内に設置されているが、アノード電極を交換する際、メッキ液の飛散等により、クリーンルームを銅汚染することになる。もし、管理されない銅が他工程にまぎれ込むと、素子（製品）の特性の劣化を招く。特に、硫酸銅を含むメッキ液は、乾燥して粉塵となりやすいので、このようなメッキ液を飛散させることは危険である。

さらに、アノード電極の交換時にはメッキ装置の内部がクリーンルーム内雰囲気
に露されているので、メッキ装置の内部を汚すことにもなる。特に、メッキ装
置内のクリーン度がクリーンルームのクリーン度より高く設定されている場合、
メッキ装置内を汚すことは、製品の品質を大きく低下させることとなる。

【 0 0 0 7 】

メッキ処理は、銅からなるアノード電極の表面に、いわゆるブラックフィルム
が形成された状態で、安定して行うことができる。ところが、アノード電極を新
しいものに交換した際は、このブラックフィルムを形成するために、予備通電を
行わなければならない、装置のダウンタイムが長くなり、装置の稼働率の低下を招
いていた。

また、ブラックフィルムは、アノード電極に同じサイクルで通電するようにし
なければ状態が安定しない。しかし、メッキ装置が必ず一定のサイクルで稼働さ
れることはあり得ず、メッキ装置には休止状態のときがある。ブラックフィルム
はメッキ装置が休止状態のときに変質してしまうので、その後メッキ装置を稼働
させると、良好にメッキ処理を行うことができず、製品の歩留まりが低下する。

【 0 0 0 8 】

さらに、アノード電極の表面には、ブラックフィルム以外に泥状のスライムが
形成されるが、アノード電極からこれらのブラックフィルムやスライムが分離し
、メッキ液を汚染し、メッキ処理に悪影響を及ぼすおそれもある。これを防ぐた
めに、アノード電極をフィルタで覆うことも考えられる。しかし、アノード電極
と電源とを接続する接続部があるために、アノード電極を完全にフィルタで覆う
のは困難であった。また、フィルタでアノード電極を覆った場合、アノード電極
の交換の作業性がさらに悪くなる。

【 0 0 0 9 】

そこで、この発明の目的は、銅供給源を容易に交換することができるメッキ装
置を提供することである。

この発明の他の目的は、周囲を汚さずに銅供給源を交換できるメッキ装置を提
供することである。

この発明のさらに他の目的は、良好にメッキできるメッキ装置を提供すること

である。

【0010】

この発明のさらに他の目的は、稼働率を高くできるメッキ装置を提供することである。

この発明のさらに他の目的は、メッキ装置で用いられる銅供給源を容易に交換するためのカートリッジを提供することである。

この発明のさらに他の目的は、メッキ装置で用いられる銅供給源を、周囲を汚さずに交換するためのカートリッジを提供することである。

【0011】

この発明のさらに他の目的は、良好にメッキできるメッキ方法を提供することである。

この発明のさらに他の目的は、稼働率を高くできるメッキ方法を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

上記の課題を解決するための請求項1記載の発明は、不溶性アノード(76)を有し、メッキ液を用いて基板(W)に銅メッキを施すためのメッキ処理部(12)と、このメッキ処理部との間でメッキ液を通液可能に接続され、内部に銅の線材からなる銅供給源(146)が収容された銅溶解タンク(110a~110c)と、上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる第1循環手段(P1~P4)とを備えたことを特徴とするメッキ装置(10)である。

【0013】

なお、括弧内の英数字は、後述の実施形態における対応構成要素等を表す。以下、この項において同じ。

この発明によれば、アノード電極とは別に設けられた銅供給源から、メッキ液中へ銅イオンが供給される。これにより、メッキにより失われるメッキ液中の銅イオンを補うことができる。この場合、不溶性アノードを用いるので、溶解性のアノード電極を用いたときのようなブラックフィルムを形成する必要がない。

【 0 0 1 4 】

したがって、ブラックフィルムを形成するための時間は不要であり、メッキ装置の稼働率を高くすることができる。また、ブラックフィルムやスライムによりメッキ液が汚染されることもないので、良好にメッキできる。メッキ装置が、休止状態を経て稼働される際も、ブラックフィルムに起因した不具合は生じ得ない。

メッキ液として、酸化還元剤を含むものを用いた場合、酸化還元剤を介した電子の受け渡しによって、上述の反応を継続して生じさせることができる。

【 0 0 1 5 】

銅供給源を銅の線材とすることにより、銅供給源を軽量化でき、かつ、その表面積（メッキ液との接触面積）を大きくすることができる。銅供給源の表面積を大きくすることにより、銅供給源からメッキ液への銅イオンの供給速度を大きくすることができる。また、銅供給源は銅の線材が三次元的な構造を形成していることが好ましい。この場合、銅供給源が粒子状の銅の集合物である場合と比べて、空隙率を大きくすることができ、銅溶解タンク内を流れるメッキ液の圧力損失を小さくすることができる。

【 0 0 1 6 】

銅の線材は、たとえば、ウール状、つるまきバネ状、渦巻状等の形状であってもよい。また、銅の線材を織ってメッシュ部材を作製し、このメッシュ部材を複数枚積層して三次元構造を形成してもよい。

このメッキ装置は、基板の周縁部のエッチングや基板表面の洗浄を行う後処理部などを備えた基板処理装置として構成されていてもよい。

請求項 2 記載の発明は、上記メッキ処理部が、基板に接触させるメッキ液を収容するメッキ槽（61a～61d）と、このメッキ槽よりも大量のメッキ液を収容できるメッキ液収容槽（55）と、上記メッキ槽と上記メッキ液収容槽との間でメッキ液を循環させる第 2 循環手段（P5）とを備え、上記銅溶解タンクが、上記メッキ液収容槽を介して上記メッキ処理部に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載のメッキ装置である。

【 0 0 1 7 】

メッキ液収容槽により、メッキ処理部で用いるメッキ液の総量を多くすることができ、メッキ液組成（たとえば、銅イオンの濃度）の変化を小さくすることができる。メッキ液収容槽の容量は、たとえば、１リットル以上１０００リットル以下とすることができる。

請求項３記載の発明は、上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材（１４６）を含み、この複数枚のメッシュ部材が、上記銅溶解タンク内のメッキ液の流路に沿う方向に積層されていることを特徴とする請求項１または２記載のメッキ装置である。

【００１８】

このような銅供給源を用いることにより、初期的な空隙率を制御しやすく、かつ銅供給源が溶解することによる空隙率の変化を少なくすることができる。

請求項４記載の発明は、上記銅溶解タンクが、上記メッキ装置に対して着脱自在で、メッキ液を導入するためのメッキ液導入口（１１７Ｅ）およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口（１１６Ｅ）を有し、上記銅供給源が内部に収容されたカートリッジ（１４０）を含むことを特徴とする請求項１ないし３のいずれかに記載のメッキ装置である。

【００１９】

このカートリッジはメッキ装置に着脱自在なので、銅供給源の交換が容易である。すなわち、消耗した銅供給源が収容されたカートリッジと新しい銅供給源が収容されたカートリッジとを交換することにより銅供給源を交換でき、銅供給源を直接取り扱う必要がない。このため、銅供給源（カートリッジ）を交換する際、周囲を汚すことがない。

請求項５記載の発明は、不溶性アノード（７６）を有し、メッキ液を用いて基板（Ｗ）に銅メッキを施すためのメッキ処理部（１２）と、このメッキ処理部との間でメッキ液を通液可能に接続され、内部に銅供給源（１４６）が収容された銅溶解タンク（１１０ａ～１１０ｃ）と、上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる循環手段（Ｐ１～Ｐ４）と、上記銅供給源の表面の変質を防止するための置換液を、上記銅溶解タンクに供給する置換液供給手段（１１１，１１２，１２４，１３５，１３７，Ｐ５）と、上記メッキ処理部でメ

メッキ処理がされているときは、上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させ、上記メッキ処理部でのメッキ処理が終了した後に、上記メッキ液の循環を停止し、上記銅溶解タンク内のメッキ液を上記置換液供給手段からの置換液で置換するように制御する制御部（１５５）とを備えたことを特徴とするメッキ装置（１０）である。

【００２０】

メッキ処理部でメッキ処理がされていないときに、銅供給源をメッキ液中に放置しておく、と、メッキ液の銅イオン濃度が適正濃度範囲を超えて高くなり、また、銅供給源の表面が不可逆的に変質し、メッキ処理を再開したときに良好にメッキできなくなる。そこで、メッキ処理を行わないときに、銅供給源を置換液に浸し、メッキ液と銅供給源とを分離することにより、上述の問題を回避することができる。

【００２１】

上述の銅供給源表面の変質は、メッキ処理部でメッキ処理が終了してから、数時間経過すると起こる場合がある。このため、「メッキ処理が終了」とは、たとえば、数時間以内にメッキ処理を再開しない場合をいうものとすることができる。この場合、メッキ処理部でメッキ処理操作が終了した直後に、銅溶解タンク内のメッキ液を置換液に置換するものとすることができる。

一方、メッキ処理部で一旦メッキ処理を終了した場合でも、生産計画の変更等により、すぐにメッキ処理を再開する場合がある。この場合、銅溶解タンク内のメッキ液が置換液に置換されていると、再び銅溶解タンク内をメッキ液に置換しなければならず、生産性が低下する。このため、銅溶解タンク内のメッキ液は、メッキ処理部におけるメッキ処理操作が終了してから、たとえば、２～３時間の待機時間が経過した後に、置換液に置換するものとしてもよい。

【００２２】

銅溶解タンク内のメッキ液を置換液に置換する際は、たとえば、一旦銅溶解タンク内からメッキ液を抜き出して、銅溶解タンクを空にしてから（気体を導入してから）、銅溶解タンク内に置換液を導入することとすることができる。

このメッキ装置は、銅溶解タンク中の置換液をメッキ液に混合されないように

排出する手段を備えたものとすることができる。この場合、メッキ処理を再開するときには、銅溶解タンク内の置換液を排出した後、銅溶解タンク内にメッキ液を導入し、銅溶解タンクとメッキ処理部との間でメッキ液を循環させることができる。

【 0 0 2 3 】

置換液は、純水または酸性水溶液（たとえば、硫酸水溶液）とすることができる。

請求項 6 記載の発明は、上記銅溶解タンクに純水を供給する純水供給手段（111, 135, P5）をさらに備え、上記制御部が、上記メッキ処理部でのメッキ処理が終了した後に、上記銅溶解タンク内のメッキ液を純水で置換した後に置換液で置換するように制御することを特徴とする請求項 5 記載のメッキ装置である。

【 0 0 2 4 】

この発明によれば、銅溶解タンク内は一旦純水で置換された後置換液で置換されるので、置換液へのメッキ液の混入を少なくできる。これにより、銅供給源の表面状態を良好に保つことができる。

請求項 7 記載の発明は、上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材（146）を含み、この複数枚のメッシュ部材が、上記銅溶解タンク内のメッキ液の流路に沿う方向に積層されていることを特徴とする請求項 5 または 6 記載のメッキ装置である。

【 0 0 2 5 】

この銅溶解タンクは、請求項 3 記載のメッキ装置の銅溶解タンクと同様の効果を奏することができる。

請求項 8 記載の発明は、上記銅溶解タンクが、上記メッキ装置に対して着脱自在で、メッキ液を導入するためのメッキ液導入口（117E）およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口（116E）を有し、上記銅供給源が内部に収容されたカートリッジ（140）を含むことを特徴とする請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載のメッキ装置である。

【 0 0 2 6 】

このカートリッジは、請求項 4 記載のメッキ装置のカートリッジと同様の効果を奏することができる。

請求項 9 記載の発明は、不溶性アノード（76）を有し、メッキ液を用いて基板（W）に銅メッキを施すためのメッキ処理部（12）と、このメッキ処理部との間でメッキ液を通液可能に接続され、内部に銅供給源（146）が収容された複数の銅溶解タンク（110a～110c）と、上記メッキ処理部と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる循環手段（P1～P4）と、上記複数の銅溶解タンクの重量を個別に計測する重量計測手段（154a～154c）と、上記重量計測手段の計測結果に基づいて使用する銅溶解タンクを決定し、その銅溶解タンクと上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるように制御する制御部（155）とを備えたことを特徴とするメッキ装置（10）である。

【0027】

銅溶解タンクが複数ある場合、そのうちの一部（例えば1つ）をメッキ処理時に使用し、他のものは予備（リザーブ）として、いつでも使用できる状態にしておくことができる。これにより、使用中の銅溶解タンク内の銅供給源が消耗し、十分に銅イオンを供給できない状態になったとき、すぐに予備の銅溶解タンクに切り替えることができる。

請求項 10 記載の発明は、上記制御部が、上記重量計測手段の計測結果に基づいて、上記複数の銅溶解タンク内の銅供給源の重量をそれぞれ算出し、最も重量が小さい上記銅供給源が収容された銅溶解タンクを上記使用する銅溶解タンクに決定することを特徴とする請求項 9 記載のメッキ装置である。

【0028】

この発明によれば、複数の銅溶解タンクのうち、最も重量が小さい銅供給源が収容されたものから使用される。したがって、予備の銅溶解タンクは、十分重量が大きい銅供給源が収容されたものとなるので、使用済みの銅溶解タンクを新しいものに交換するための時間的余裕がある。

制御部は、使用する銅溶解タンクとして、内部に収容された銅供給源の重量が小さい順に 2 つ以上を選ぶものであってもよい。これらの 2 つ以上の銅溶解タンクは、同時に使用することとすることができる。

【 0 0 2 9 】

請求項 1 1 記載の発明は、上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材（1 4 6）を含み、この複数枚のメッシュ部材が、上記銅溶解タンク内のメッキ液の流路に沿う方向に積層されていることを特徴とする請求項 9 または 1 0 記載のメッキ装置である。

この銅溶解タンクは、請求項 3 記載のメッキ装置の銅溶解タンクと同様の効果を奏することができる。

【 0 0 3 0 】

請求項 1 2 記載の発明は、上記銅溶解タンクが、上記メッキ装置に対して着脱自在で、メッキ液を導入するためのメッキ液導入口（1 1 7 E）およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口（1 1 6 E）を有し、上記銅供給源が内部に収容されたカートリッジ（1 4 0）を含むことを特徴とする請求項 9 ないし 1 1 のいずれかに記載のメッキ装置である。

このカートリッジは、請求項 4 記載のメッキ装置のカートリッジと同様の効果を奏することができる。

【 0 0 3 1 】

請求項 1 3 記載の発明は、不溶性アノード（7 6）を有する銅メッキをするためのメッキ装置（1 0）に着脱自在で、このメッキ装置で用いられるメッキ液に銅イオンを供給するためのカートリッジ（1 4 0）であって、メッキ液を導入するためのメッキ液導入口（1 1 7 E）およびメッキ液を排出するためのメッキ液排出口（1 1 6 E）を有し、銅の線材からなる銅供給源（1 4 6）が内部に収容されていることを特徴とするカートリッジである。

【 0 0 3 2 】

このカートリッジは、請求項 4、8、または 1 2 記載のメッキ装置のカートリッジとして用いることができ、請求項 4、8、または 1 2 記載のメッキ装置と同様の効果を奏することができる。

請求項 1 4 記載の発明は、上記銅供給源が、上記カートリッジ内のメッキ液の流路を横切るように配されていることを特徴とする請求項 1 3 記載のカートリッジである。

【 0 0 3 3 】

この発明によれば、メッキ液は銅供給源を回避して流れることはできず、銅供給源内の空隙を流るので、銅供給源は効率的にメッキ液に溶解される。

請求項 1 5 記載の発明は、上記銅供給源が、銅の線材を織った複数枚のメッシュ部材（1 4 6）を含み、この複数枚のメッシュ部材が、上記カートリッジ内のメッキ液の流路に沿う方向に積層されていることを特徴とする請求項 1 3 または 1 4 記載のカートリッジである。

【 0 0 3 4 】

このカートリッジは、請求項 3 記載のメッキ装置と同様の効果を奏することができる。

カートリッジ内を流れるメッキ液の圧力損失を十分小さくするため、銅供給源の空隙率は、請求項 1 6 記載のように、3 0 % 以上とすることが好ましい。

請求項 1 7 記載の発明は、不溶性アノード（7 6）を備えたメッキ処理部（1 2）で、基板（W）の表面にメッキ液を接触させてメッキするメッキ工程と、内部に銅の線材からなる銅供給源（1 4 6）が収容された銅溶解タンク（1 1 0 a ～ 1 1 0 c）と上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるメッキ液循環工程とを含むことを特徴とするメッキ方法である。

【 0 0 3 5 】

このメッキ方法は、請求項 1 記載のメッキ装置で実施することができ、請求項 1 記載のメッキ装置と同様の効果を奏することができる。

請求項 1 8 記載の発明は、上記メッキ処理部が、基板に接触させるメッキ液を収容するメッキ槽（6 1 a ～ 6 1 d）と、このメッキ槽よりも大量のメッキ液を収容できるメッキ液収容槽（5 5）とを備え、上記メッキ工程が、上記メッキ槽に収容されたメッキ液に基板を接触させてメッキを行う工程を含み、上記メッキ液循環工程が、上記メッキ槽とメッキ液収容槽との間でメッキ液を循環させる工程と、上記メッキ液収容槽と上記銅溶解タンクとの間でメッキ液を循環させる工程とを含むことを特徴とする請求項 1 7 記載のメッキ方法である。

【 0 0 3 6 】

このメッキ方法は、請求項 2 記載のメッキ装置で実施することができ、請求項

2 記載のメッキ装置と同様の効果を奏することができる。

請求項 1 9 記載の発明は、不溶性アノード（7 6）を備えたメッキ処理部（1 2）で、基板（W）の表面にメッキ液を接触させてメッキするメッキ工程と、このメッキ工程実行中に、内部に銅供給源（1 4 6）が収容された銅溶解タンク（1 1 0 a～1 1 0 c）と上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるメッキ液循環工程と、上記銅溶解タンク内のメッキ液を、上記銅供給源の表面の変質を防止するための置換液で置換する置換工程とを含むことを特徴とするメッキ方法である。

【 0 0 3 7 】

このメッキ方法は、請求項 5 記載のメッキ装置で実施することができ、請求項 5 記載のメッキ装置と同様の効果を奏することができる。

請求項 2 0 記載の発明は、上記置換工程が、上記銅溶解タンク内のメッキ液を純水で置換する純水置換工程と、この純水置換工程の後、上記銅溶解タンク内を上記置換液で置換する工程とを含むことを特徴とする請求項 1 9 記載のメッキ方法である。

【 0 0 3 8 】

このメッキ方法は、請求項 6 記載のメッキ装置で実施することができ、請求項 6 記載のメッキ装置と同様の効果を奏することができる。

請求項 2 1 記載の発明は、不溶性アノード（7 6）を備えたメッキ処理部（1 2）で、基板（W）の表面をメッキ液に接触させてメッキするメッキ工程と、内部に銅供給源（1 4 6）が収容された複数の銅溶解タンク（1 1 0 a～1 1 0 c）の重量を個別に測定する重量測定工程と、この重量測定工程の測定結果に基づいて、使用する銅溶解タンクを決定する使用タンク決定工程と、この使用タンク決定工程により決定されたタンクと上記メッキ処理部との間でメッキ液を循環させるメッキ液循環工程とを含むことを特徴とするメッキ方法である。

【 0 0 3 9 】

このメッキ方法は、請求項 9 記載のメッキ装置で実施することができ、請求項 9 記載のメッキ装置と同様の効果を奏することができる。

請求項 2 2 記載の発明は、上記使用タンク決定工程が、上記重量測定工程によ

る重量測定結果に基づいて上記複数の銅溶解タンク内の銅供給源の重量をそれぞれ算出する銅重量算出工程と、この銅重量算出工程で算出された重量に基づいて、最も重量が小さい銅供給源が収容された銅溶解タンクを上記使用する銅溶解タンクに決定する工程とを含むことを特徴とする請求項 2 1 記載のメッキ方法である。

【0040】

このメッキ方法は、請求項 1 0 記載のメッキ装置で実施することができ、請求項 1 0 記載のメッキ装置と同様の効果を奏することができる。

【0041】

【発明の実施の形態】

以下では、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態に係る基板処理装置 1 0 の構成を示すブロック図である。

この基板処理装置 1 0 は、メッキ液を用いて半導体ウエハ（以下、単に「ウエハ」という。）の表面にメッキ処理を施したり、メッキ後のウエハの周縁部をエッチング（いわゆる、ベベルエッチング）するためのウエハ処理部 1、メッキ液に銅イオンを供給するための銅供給源を備えてメッキ液の主成分を管理する主成分管理部 2、メッキ液の微量成分を管理するための微量成分管理部 3、およびメッキ後の後処理に用いる後処理薬液をウエハ処理部 1 に供給するための後処理薬液供給部 4 を備えている。この基板処理装置 1 0 は、クリーンルーム内に設置されて使用される。

【0042】

ウエハ処理部 1 で使用されるメッキ液は、支持電解質としての硫酸、目的金属である銅のイオン、酸化還元剤としての鉄、および水を主成分として含んでおり、塩素、メッキを抑制する添加剤、メッキを促進する添加剤などを微量成分として含んでいる。

ウエハ処理部 1 と主成分管理部 2 との間には、これらの間でメッキ液を双方向に移送するための 2 本のメッキ液移送管 P 1 2 a、P 1 2 b が配設されている。

同様に、ウエハ処理部 1 と微量成分管理部 3 との間には、これらの間でメッキ液を双方向に移送するための 2 本のメッキ液移送管 P 1 3 a, P 1 3 b が配設されている。また、ウエハ処理部 1 と後処理薬液供給部 4 との間には、後処理薬液供給部 4 からウエハ処理部 1 へ後処理薬液を送るための後処理薬液配管 P 1 4 が配設されている。

【 0 0 4 3 】

また、ウエハ処理部 1 は、基板処理装置 1 0 全体を制御するためのシステムコントローラを備えている。ウエハ処理部 1 と、主成分管理部 2、微量成分管理部 3、および後処理薬液供給部 4 とは、それぞれ信号線 L 1 2, L 1 3, L 1 4 で接続されており、ウエハ処理部 1 に備えられたシステムコントローラにより、主成分管理部 2、微量成分管理部 3、および後処理薬液供給部 4 の動作が制御されるようになっている。

【 0 0 4 4 】

微量成分管理部 3 は、メッキ液移送管 P 1 3 a を介して、ウエハ処理部 1 で用いられているメッキ液を微量成分管理部 3 内へと移送（サンプリング）して、少なくとも 1 種類の微量成分に関して C V S (Cyclic Voltammetric Stripping) 分析できる。微量成分管理部 3 は、さらに、その分析結果に基づいて、ウエハ処理部 1 内のメッキ液の当該微量成分が所定の濃度範囲になるように補充すべき微量成分の量を演算により求め、その量の当該微量成分をメッキ液移送管 P 1 3 b を介してウエハ処理部 1 内のメッキ液に補充することができる。

【 0 0 4 5 】

後処理薬液供給部 4 が供給する後処理薬液は、ベベルエッチングを行う際に用いるエッチング液や洗浄液などである。

図 2 は、ウエハ処理部 1 の図解的な平面図である。

ウエハ処理部 1 は、ウエハ W の表面にメッキにより銅薄膜を形成し、その後このウエハ W の周縁部をエッチングし、ウエハ W 表面全体を洗浄処理するための装置である。

【 0 0 4 6 】

水平方向に沿う直線状の第 1 搬送路 1 4 に沿って、ウエハ搬入／搬出部 1 9 が

配されている。ウエハ搬入／搬出部 1 9 には、ウエハ W を収容することができるカセット C を各 1 個ずつ載置することができる複数（この実施形態においては 4 つ）のカセットステージ 1 6 が、第 1 搬送路 1 4 に沿って配列されている。

一方、第 1 搬送路 1 4 に直交する水平方向に沿って、直線状の第 2 搬送路 1 5 が設けられている。この第 2 搬送路 1 5 は、この実施形態では、第 1 搬送路 1 4 のほぼ中間位置から延びている。第 2 搬送路 1 5 の一方側には、第 2 搬送路 1 5 に沿って配列された 4 つのメッキ処理ユニット 2 0 a ～ 2 0 d を備えたメッキ処理部 1 2 が配されている。各メッキ処理ユニット 2 0 a ～ 2 0 d は、ウエハ W 表面に銅メッキを施すことができる。

【 0 0 4 7 】

また、第 2 搬送路 1 5 の他方側には、第 2 搬送路 1 5 に沿って配列された 2 つのベベルエッチングユニット 2 1 a , 2 1 b および 2 つの洗浄ユニット 2 2 a , 2 2 b を備えた後処理部 1 3 が配されている。ベベルエッチングユニット 2 1 a , 2 1 b は、ウエハ W 周縁部にエッチング処理を施すことができ、洗浄ユニット 2 2 a , 2 2 b はウエハ W の表面を洗浄できる。

第 1 搬送路 1 4 および第 2 搬送路 1 5 は T 字状の搬送路を形成していて、この T 字状の搬送路には、1 台の搬送ロボット T R が配置されている。搬送ロボット T R は、第 2 搬送路 1 5 に沿って配された搬送ガイドレール 1 7 と搬送ガイドレール 1 7 に沿って移動可能なロボット本体 1 8 とを備えている。搬送ロボット T R の動作は、搬送コントローラ 2 9 により制御されるようになっている。

【 0 0 4 8 】

ロボット本体 1 8 は、第 1 搬送路 1 4 に沿ってウエハ W を搬送することができるとともに、第 2 搬送路 1 5 に沿ってウエハ W を搬送することができる。したがって、ロボット本体 1 8 は、カセットステージ 1 6 に載置されたカセット C にアクセスしてウエハ W の出し入れを行うことができるとともに、メッキ処理ユニット 2 0 a ～ 2 0 d 、ベベルエッチングユニット 2 1 a , 2 1 b 、および洗浄ユニット 2 2 a , 2 2 b にアクセスしてウエハ W の出し入れを行うことができる。

【 0 0 4 9 】

ロボット本体 1 8 は、カセット C から未処理のウエハ W を搬出すると、メッキ

処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d のいずれかの前まで移動して、このメッキ処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d から処理済のウエハ W を搬出し、その後に未処理のウエハ W を当該メッキ処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d に搬入する。

さらに、ロボット本体 1 8 は、メッキ処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d から搬出したウエハ W を、ベベルエッチングユニット 2 1 a , 2 1 b のいずれかに搬入する。この搬入に先立って、ロボット本体 1 8 は、当該ベベルエッチングユニット 2 1 a , 2 1 b から、ベベルエッチング処理済のウエハ W を搬出する。ロボット本体 1 8 は、この搬出したウエハ W を保持して第 2 搬送路 1 5 を走行し、洗浄ユニット 2 2 a , 2 2 b のいずれかに当該ウエハ W を搬入する。このウエハ W の搬入に先立ち、ロボット本体 1 8 は、当該洗浄ユニット 2 2 a , 2 2 b から洗浄処理済のウエハ W を搬出する。

【 0 0 5 0 】

その後、ロボット本体 1 8 は、処理済のウエハ W を保持した状態で、第 2 搬送路 1 5 を第 1 搬送路 1 4 に向かって走行する。第 1 搬送路 1 4 に達すると、ロボット本体 1 8 は、この搬送路 1 4 に沿って移動することにより、カセットステージ 1 6 のいずれかに載置されたカセット C の前に移動し、当該カセット C にウエハ W を搬入することになる。

ウエハ処理部 1 は、外部環境の影響を受けないようにエンクロージャにより取り囲まれている。

【 0 0 5 1 】

図 3 は、ウエハ処理部 1 のエンクロージャ 3 0 の構造を示す図解的な斜視図である。

エンクロージャ 3 0 は、複数の壁により、外形がほぼ直方体に形成されている。エンクロージャ 3 0 内で、第 2 搬送路 1 5 とメッキ処理部 1 2 との間、および第 2 搬送路 1 5 と後処理部 1 3 との間は、それぞれ隔壁が設けられており、ウエハ W の受け渡しを行うとき以外は、この隔壁により第 2 搬送路 1 5 が配された空間とメッキ処理部 1 2 内の空間および後処理部 1 3 内の空間との間は遮られている。

【 0 0 5 2 】

エンクロージャ 30 上部の壁には、空気中の異物を除去するフィルタ 31 が取り付けられている。フィルタ 31 は、カセットステージ 16、第 1 搬送路 14、および第 2 搬送路 15 の上方に配された第 1 フィルタ 31 a と、後処理部 13 の上方に配された第 2 フィルタ 31 b とを含んでいる。第 1 フィルタ 31 a の上方には、図示しないファンが取り付けられており、エンクロージャ 30 外部の空気をエンクロージャ 30 内に押し込むようにされている。

【0053】

エンクロージャ 30 において、第 2 搬送路 15 の下方に位置する部分には、第 2 搬送路 15 の長さ方向に沿って延びる複数のスリット状の開口 36 が形成されている。第 2 搬送路 15 が配された空間は、エンクロージャ 30 およびその内部の隔壁で仕切られているので、第 1 フィルタ 31 a を介してエンクロージャ 30 内に空気が押し込まれると、第 2 搬送路 15 が配された空間は陽圧となり、内部の空気は開口 36 からエンクロージャ 30 外部へと排出される。これにより、第 2 搬送路 15 が配された空間内部では、上方から下方に向かって流れる空気の流れ（ダウンプロー）が生じる。

【0054】

第 2 搬送路 15 が配された空間内では、薬液等は使用されないもので、この空間を通過することによって空気は汚れない。このため、第 2 搬送路 15 が配された空間内の空気は、開口 36 からエンクロージャ 30 周辺に排出されるようになっている。

エンクロージャ 30 のカセットステージ 16 側とは反対側の側面において、メッキ処理部 12 を囲んでいる壁の下部、および後処理部 13 を囲んでいる壁の下部には、それぞれ排気口 32、33 が形成されている。排気口 32、33 には、それぞれ排気ダクト 34、35 の一端が接続されており、排気ダクト 34、35 の他端は、工場内の排気設備配管に接続されている。こうして、メッキ処理部 12 内および後処理部 13 内でメッキ液や後処理薬液に曝された可能性のある空気を、クリーンルーム外に強制排気することができる。

【0055】

後処理部 13 内の空気が排気口 33 から強制排気されることにより、後処理部

1 3 内は負圧となり、空気は、第 2 フィルタ 3 1 b を介して後処理部 1 3 内に吸い込まれ、後処理部 1 3 の空間内をダウンフローとなって流れる。

図 4 は、ロボット本体 1 8 の構造を説明するための図であり、図 4 (a) はその図解的な平面図であり、図 4 (b) はその図解的な側面図であり、図 4 (c) はその図解的な正面図である。

【 0 0 5 6 】

ロボット本体 1 8 は、基台部 2 3 と、この基台部 2 3 に取り付けられた垂直多関節アーム 2 4 と、垂直多関節アーム 2 4 に取り付けられた回転駆動機構 2 5 と、この回転駆動機構 2 5 によって鉛直方向に沿う回転軸線 V 0 まわりに回転駆動される基板保持部 2 6 とを有している（図 4 (a) には、基板保持部 2 6 のみを示している。）。

基板保持部 2 6 は、上部に平坦部を有する本体部 4 0 と、この本体部 4 0 の平坦部上に設けられた一対の進退アーム 4 1, 4 2 とを備えている。この一対の進退アーム 4 1, 4 2 を水平方向に進退させるための進退駆動機構（図示せず）は、本体部 4 0 に内蔵されている。

【 0 0 5 7 】

進退アーム 4 1, 4 2 は、それぞれ、第 1 アーム部 4 1 a, 4 2 a、第 2 アーム部 4 1 b, 4 2 b および基板保持ハンド（エフェクタ） 4 1 c, 4 2 c を備えている。本体部 4 0 は、平面視においてほぼ円形であり、その周縁部近傍に第 1 アーム部 4 1 a, 4 2 a が鉛直方向に沿う回転軸線まわりにそれぞれ回転可能に取り付けられている。これらの第 1 アーム部 4 1 a, 4 2 a は、本体部 4 0 内の進退駆動機構によって、回転軸線まわりに回転駆動される。

【 0 0 5 8 】

進退アーム 4 1, 4 2 は、いわゆるスカラーロボットを形成しており、第 1 アーム部 4 1 a, 4 2 a の回動に連動して、第 2 アーム部 4 1 b, 4 2 b が、鉛直方向に沿う回転軸線まわりにそれぞれ回転する。これにより、進退アーム 4 1, 4 2 は第 1 および第 2 アーム部 4 1 a, 4 2 a ; 4 1 b, 4 2 b を屈伸させて、基板保持ハンド 4 1 c, 4 2 c を進退させる。

進退アーム 4 1, 4 2 は、収縮状態において、基板保持ハンド 4 1 c, 4 2 c

を上下に重なり合った位置に保持する（図 4（a））。そのため、一方の進退アーム 4 1 の基板保持ハンド 4 1 c は、他方の進退アーム 4 2 の基板保持ハンド 4 2 c との干渉を避けることができるように、屈曲形状に形成されている（図 4（b））。

【0 0 5 9】

第 1 アーム 2 4 a は、基台部 2 3 に対して、水平方向に沿う回転軸線 H 1 まわりの回転が可能であるように取り付けられている。そして、第 1 アーム 2 4 a の他端に、第 2 アーム 2 4 b の一端が水平な回転軸線 H 2 まわりの回転が可能であるように取り付けられている。さらに、第 2 アーム 2 4 b の他端には、回転駆動機構 2 5 が、水平な回転軸線 H 3 まわりに回転が可能であるように取り付けられている。回転軸線 H 1，H 2，H 3 は互いに平行である。

【0 0 6 0】

基台部 2 3 には、第 1 アーム 2 4 a を回転させるためのモータ 2 7 が設けられており、第 1 アーム 2 4 a と第 2 アーム 2 4 b との連結部には、第 2 アーム 2 4 b を回転駆動するためのモータ 2 8 が設けられている。モータ 2 8 は、モータ 2 7 と同期して回転するようになっており、第 2 アーム 2 4 b には、モータ 2 8 からの駆動力を回転駆動機構 2 5 側に伝達するための駆動力伝達機構（図示せず）が内蔵されている。これによって、回転駆動機構 2 5 は、第 1 アーム 2 4 a および第 2 アーム 2 4 b が回転されたときでも、基板保持部 2 6 を常に同じ姿勢（たとえば、ウエハ W を水平に保持できる姿勢）に保持するようになっている。

【0 0 6 1】

回転駆動機構 2 5 にはモータ（図示せず）が内蔵されていて、このモータからの駆動力を得て、回転駆動機構 2 5 は、基板保持部 2 6 を鉛直方向に沿う回転軸線 V 0 まわりに回転駆動する。

このような構成によって、搬送ロボット T R は、基板保持ハンド 4 1 c，4 2 c を、図 4（c）において斜線を付して示す範囲で水平方向および鉛直方向に移動させることができる。

【0 0 6 2】

ロボット本体 1 8 がカセットステージ 1 6（図 2 参照）に載置されたカセット

Cにアクセスするときには、図示しない移動機構によって、ロボット本体18は、第1搬送路14へと導かれる。この状態で、垂直多関節アーム24の働きによって、基板保持部26をカセットステージ16のカセットCに対向させることができる。そして、回転駆動機構25の働きにより、進退アーム41, 42を当該カセットCに対向させ、図示しない進退駆動機構によって、進退アーム41, 42を当該カセットCにアクセスさせれば、カセットCに対するウエハWの搬入／搬出を行うことができる。カセットCと進退アーム41, 42との間のウエハWの受け渡しの際には、垂直多関節アーム24の働きによって、基板保持部26が若干量だけ昇降される。

【0063】

ロボット本体18が、メッキ処理ユニット20a～20d、ベベルエッチングユニット21a, 21b、および洗浄ユニット22a, 22b（いずれも図2参照）のいずれかにアクセスするときには、ロボット本体18は、図示しない移動機構によって、搬送ガイドレール17上を該当するユニットの前まで移動される。この状態で、垂直多関節アーム24の働きによって、基板保持部26が当該ユニットの基板搬入／搬出口に対応する高さへと昇降され、かつ、回転駆動機構25による基板保持部26の回転によって、進退アーム41, 42が当該ユニットに対向させられる。

【0064】

そして、この状態で、進退駆動機構によって、進退アーム41, 42を当該ユニットにアクセスさせることによって、ウエハWの搬入／搬出が行われる。当該ユニットと進退アーム41, 42との間のウエハWの受け渡しの際には、垂直多関節アーム24の働きによって、基板保持部26が若干量だけ昇降される。

図5（a）は、カセットCが取り付けられたカセットステージ16の図解的な平面図であり、図5（b）は、その図解的な側面図である。

【0065】

カセットステージ16は、カセットCを載置するための平板状のカセットベース50を備えている。カセットベースは、平面視において、ほぼ正方形の形状を有している。カセットCは、平面視において、カセットベース50より小さなほ

ほぼ正方形の形状を有しており、その一边側にウエハ出し入れ用開口C e が形成されている。

カセットベース50の一方表面には、平面視においてカセットCの4つの角部にほぼ対応する位置に、それぞれカセットガイド51が設けられており、カセットガイド51にカセットCの角部が接するように配することにより、カセットCをカセットベース50上の所定の位置に取り付けることができるようになっている。

【0066】

また、カセットベース50の上記一方表面には、一対の対辺（ウエハ出し入れ用開口C e 側の辺以外の辺）の midpoint 近傍に、発光素子52 a および受光素子52 b がそれぞれ取り付けられている。発光素子52 a および受光素子52 b は、透過型フォトセンサ52をなす。カセットCがカセットベース50上にないときは、発光素子52 a から発せられた光は、受光素子52 b で受光され、カセットCがカセットベース50上にあるときは、発光素子52 a から発せられた光は、カセットCに遮られて受光素子52 b に届かない。これにより、カセットベース50上のカセットCの有無を判定できるようになっている。

【0067】

図6は、メッキ処理部12の構成を示す図解的な正面図である。

このメッキ処理部12は、ウエハWにメッキ処理を施すための複数（この実施形態では4つ）のメッキ処理ユニット20 a ～20 d と、メッキ液を収容することができるメッキ液収容槽55とを含んでいる。メッキ処理ユニット20 a ～20 d は、それぞれ、メッキ液を収容するメッキカップ56 a ～56 d と、メッキカップ56 a ～56 d の上方にそれぞれ配されたウエハ保持回転機構74 a ～74 d を備えている。

【0068】

メッキ液収容槽55は、メッキカップ56 a ～56 d よりもはるかに大量のメッキ液（たとえば、メッキカップ56 a ～56 d の収容総量の20倍）を収容できるようになっている。メッキ液収容槽55に大量のメッキ液を蓄えておくことにより、メッキ処理部12で使用するメッキ液の総量を多くすることができる。

これによって、メッキ処理に伴うメッキ液組成の変化を少なくすることができる。

【0069】

メッキ液収容槽55の底面には、主成分管理部2へとメッキ液を送るためのメッキ液移送管P12aが連通接続されている。メッキ液収容槽55の上方からは、主成分管理部2から送られてきたメッキ液をメッキ液収容槽55内に導入するためのメッキ液移送管P12b、微量成分管理部3へとメッキ液を送るためのメッキ液移送管P13a、および微量成分管理部3から送られてきたメッキ液をメッキ液収容槽55内に導入するためのメッキ液移送管P13bが、メッキ液収容槽55内に導かれている。メッキ液移送管P13aは、メッキ液収容槽55内のメッキ液中に没する深さまで延設されている。

【0070】

メッキカップ56a～56dは、メッキ液収容槽55より高い位置に配されている。メッキ液収容槽55の底面からは送液配管57が延びており、送液配管57は、4つの送液分岐配管58a～58dに分岐している。送液分岐配管58a～58dは上方に延びて、それぞれメッキカップ56a～56dの下面中央部に連通接続されている。

送液分岐配管58a～58dには下方から上方に向かう順に、それぞれ、ポンプP1～P4、フィルタ59a～59d、および流量計60a～60dが介装されている。ポンプP1～P4は、メッキ液収容槽55からそれぞれメッキカップ56a～56dへとメッキ液を送液できる。ポンプP1～P4の動作は、システムコントローラ155によって制御される。フィルタ59a～59dは、メッキ液中のパーティクル（異物）および泡を除去することができる。流量計60a～60dからは流量を示す信号が出力され、この信号はシステムコントローラ155に入力されるようになっている。

【0071】

メッキカップ56a～56dは、それぞれ内方に配された円筒状のメッキ槽61a～61d、およびメッキ槽61a～61dの周囲に配された回収槽62a～62dを含んでいる。送液分岐配管58a～58dは、それぞれメッキ槽61a

～6 1 d に連通接続されており、回収槽 6 2 a ～6 2 d の下部からは、それぞれリターン分岐配管 6 3 a ～6 3 d が延びている。リターン分岐配管 6 3 a ～6 3 d はリターン配管 6 4 に連通接続されており、リターン配管 6 4 はメッキ液収容槽 5 5 内に延設されている。

【 0 0 7 2 】

以上のような構成により、たとえば、ポンプ P 1 を作動させることにより、メッキ液はメッキ液収容槽 5 5 から送液配管 5 7 および送液分岐配管 5 8 a を介して、メッキ槽 6 1 a に送液される。メッキ液はメッキ槽 6 1 a から溢れ出て、重力の作用により回収槽 6 2 a から、リターン分岐配管 6 3 a およびリターン配管 6 4 を経て、メッキ液収容槽 5 5 へと戻される。すなわち、メッキ液はメッキ液収容槽 5 5 とメッキカップ 5 6 a との間で循環される。

【 0 0 7 3 】

同様に、ポンプ P 2, P 3, または P 4 を作動させることにより、メッキ液をメッキ液収容槽 5 5 とメッキカップ 5 6 b, 5 6 c, または 5 6 d との間で循環させることができる。メッキ処理ユニット 2 0 a ～2 0 d のいずれかでメッキ処理が行われるときは、そのメッキ処理ユニット 2 0 a ～2 0 d のメッキカップ 5 6 a ～5 6 d と、メッキ液収容槽 5 5 との間でメッキ液が循環される。

送液分岐配管 5 8 a においてポンプ P 1 とフィルタ 5 9 a との間には、バイパス配管 6 5 の一端が連通接続されている。バイパス配管 6 5 の他端は、メッキ液収容槽 5 5 内に導かれている。バイパス配管 6 5 には、特定の波長の光に対するメッキ液の吸光度を測定する吸光度計 6 6 A, 6 6 B が介装されている。吸光度計 6 6 A は、メッキ液中の銅濃度を求めるためのものであり、吸光度計 6 6 B は、メッキ液中の鉄濃度を求めるためのものである。

【 0 0 7 4 】

ポンプ P 1 が作動され、メッキ液がメッキ液収容槽 5 5 とメッキカップ 5 6 a との間で循環されているときは、フィルタ 5 9 a による圧力損失のため送液分岐配管 5 8 a を流れるメッキ液の一部はバイパス配管 6 5 へと流れる。すなわち、バイパス配管 6 5 に専用のポンプを介装しなくても、バイパス配管 6 5 にメッキ液を流すことができる。

吸光度計 6 6 A, 6 6 B は、透明な材質でできたセル 6 7 A, 6 7 B、ならびにセル 6 7 A, 6 7 B を挟んで対向配置された発光部 6 8 A, 6 8 B および受光部 6 9 A, 6 9 B を含んでいる。発光部 6 8 A, 6 8 B は、それぞれ銅および鉄の吸収スペクトルに対応した特定の波長（たとえば、銅の場合 7 8 0 n m）の光を発することができ、受光部 6 9 A, 6 9 B は発光部 6 8 A, 6 8 B から発せられセル 6 7 A, 6 7 B 内のメッキ液を透過した光の強度を測定できる。この光の強度からメッキ液の吸光度が求められる。吸光度計 6 6 A, 6 6 B からは吸光度を示す信号が出力され、これらの信号はシステムコントローラ 1 5 5 に入力される。

【 0 0 7 5 】

メッキ液収容槽 5 5 の側面には、温度センサ 7 0 および電磁導電率計 7 1 が取り付けられている。温度センサ 7 0 および電磁導電率計 7 1 は、メッキ液収容槽 5 5 内にメッキ液が収容されたときのメッキ液の液面高さより低い位置に取り付けられている。温度センサ 7 0 および電磁導電率計 7 1 の検出部は、メッキ液収容槽 5 5 内に突出しており、それぞれ、メッキ液の液温および導電率を測定できるようになっている。温度センサ 7 0 および電磁導電率計 7 1 の出力信号は、システムコントローラ 1 5 5 に入力される。

【 0 0 7 6 】

メッキ液に関して、特定の波長の光に対する吸光度がわかれば銅濃度および鉄濃度がわかる。以下、メッキ液の吸光度から銅濃度を求める方法を説明する。

メッキ液の銅濃度を求めるために、予め、銅濃度と吸光度との関係を調べておく。まず、銅濃度の異なる複数のサンプルメッキ液をそれぞれ調整して用意する。サンプルメッキ液を調整する際、銅は硫酸銅として添加する。各サンプルメッキ液の銅以外の成分については、実際にメッキ時に用いられる所定の組成のメッキ液と同等とする。このようなサンプルメッキ液の吸光度を吸光度計 6 6 A により測定する。これにより、図 7 に示すようにサンプルメッキ液の銅濃度と測定された吸光度との関係（銅検量線）が得られる。

【 0 0 7 7 】

銅濃度が未知のメッキ液の銅濃度を求めるときは、吸光度計 6 6 A により吸光

度を測定する。測定された吸光度および銅検量線から銅濃度が求まる。

同様の方法により、サンプルメッキ液の鉄濃度と測定された吸光度との関係（鉄検量線）、および吸光度計 6 6 B により測定された吸光度から鉄濃度を求めることができる。

システムコントローラ 1 5 5 は、銅検量線および鉄検量線のデータが記憶された記憶装置を備えている。システムコントローラ 1 5 5 は、吸光度計 6 6 A の出力信号と銅検量線のデータから銅濃度を求めることができ、吸光度計 6 6 B の出力信号と鉄検量線のデータから鉄濃度を求めることができる。

【 0 0 7 8 】

メッキ液収容槽 5 5 の上部には、超音波式レベル計 7 2 が取り付けられている。超音波式レベル計 7 2 は、メッキ液収容槽 5 5 内のメッキ液の液面高さを検知することができる。超音波式レベル計 7 2 の出力信号は、システムコントローラ 1 5 5 に入力される。

メッキ液収容槽 5 5、送液配管 5 7、送液分岐配管 5 8 a ～ 5 8 d、リターン分岐配管 6 3 a ～ 6 3 d、リターン配管 6 4 などは、エンクロージャ 3 0 や隔壁で囲まれた配管室 7 3 内に配されている。排気口 3 2（図 3 参照）は、この配管室 7 3 に形成されており、配管室 7 3 内は負圧にされている。

【 0 0 7 9 】

図 8 は、メッキ処理ユニット 2 0 a ～ 2 0 d の共通の構造を示す図解的な断面図である。

メッキ槽 6 1 a ～ 6 1 d の底面中央部には、メッキ液供給口 5 4 が形成されており、このメッキ液供給口 5 4 を介して、送液分岐配管 5 8 a ～ 5 8 d がメッキ槽 6 1 a ～ 6 1 d に連通接続されている。メッキ液供給口 5 4 には、半球状で多数の穴が形成されたシャワーヘッド 7 5 が取り付けられている。シャワーヘッド 7 5 により、メッキ液はメッキ槽 6 1 a ～ 6 1 d 内に分散されて導入される。

【 0 0 8 0 】

メッキ槽 6 1 a ～ 6 1 d 内で、メッキ槽 6 1 a ～ 6 1 d の深さ方向に関して下からおよそ 3 分の 1 のところには、メッシュ状のアノード電極 7 6 が配されている。アノード電極 7 6 の表面は、酸化イリジウムでできており、メッキ液に対し

て不溶性である。アノード電極 7 6 は、メッキ電源 8 2 に接続されている。

回収槽 6 2 a ~ 6 2 d の底部には、メッキ液排出口 5 3 が形成されており、リターン分岐配管 6 3 a ~ 6 3 d は、このメッキ液排出口 5 3 を介して回収槽 6 2 a ~ 6 2 d に連通接続されている。

【 0 0 8 1 】

ウエハ保持回転機構 7 4 a ~ 7 4 d は、回転管 7 7、回転管 7 7 の一方端に垂直に取り付けられた円板状の支持板 7 8、支持板 7 8 の中心部と周縁部との間から回転管 7 7 側とは反対側に延びた複数のウエハ受け渡しピン 8 4、支持板 7 8 の周縁部から回転管 7 7 側とは反対側に延びた複数の支柱 7 9、および支柱 7 9 の先端に取り付けられた環状のカソードリング 8 0 を備えている。カソードリング 8 0 は内方に突出した当接部 8 0 a を有している。当接部 8 0 a の内径は、ウエハ W の径よりわずかに小さい。

【 0 0 8 2 】

回転管 7 7 の内部には、サセプタ 8 1 が配備されている。サセプタ 8 1 は、支軸 8 1 b および支軸 8 1 b の下端に垂直に取り付けられた円板状の載置台 8 1 a を含んでおり、載置台 8 1 a は複数の支柱 7 9 に取り囲まれるように配置されている。サセプタ 8 1 には、サセプタ移動機構 4 6 が結合されており、サセプタ 8 1 を回転管 7 7 の軸に沿って移動させることができるようになっている。載置台 8 1 a には、ウエハ受け渡しピン 8 4 に対応する位置に穴が設けられており、回転管 7 7 に対するサセプタ 8 1 の移動に伴って、ウエハ受け渡しピン 8 4 が載置台 8 1 a の穴を貫通できるようになっている。

【 0 0 8 3 】

カソードリング 8 0 は、メッキ電源 8 2 に接続されたカソード電極 8 3 を備えている。カソード電極 8 3 は、カソードリング 3 1 から内方に突出しており、載置台 8 1 a と当接部 8 0 a とに挟持されたウエハ W の当接部 8 0 a 側表面の縁部に接触できるようになっている。当接部 8 0 a はウエハ W 周縁部に密接して、ウエハ W やカソード電極 8 3 をメッキ液から保護することができる。

ウエハ保持回転機構 7 4 a ~ 7 4 d には、反転機構 4 3 および昇降機構 4 4 が結合されている。反転機構 4 3 により、ウエハ保持回転機構 7 4 a ~ 7 4 d をほ

ほぼ水平な軸（回転管 7 7 にほぼ垂直な軸）のまわりに回転して上下反転できるようになっており、昇降機構 4 4 によりウエハ保持回転機構 7 4 a ～ 7 4 d をほぼ鉛直方向に沿って昇降できるようになっている。

【 0 0 8 4 】

また、回転管 7 7 には、回転駆動機構 4 5 が結合されており、回転管 7 7 をその軸のまわりに回転させることができる。回転管 7 7 の回転は、サセプタ 8 1 の回転管 7 7 の軸方向移動を許容した状態で、このサセプタ 8 1 に伝達されるようになっていて、回転管 7 7 およびサセプタ 8 1 は一体的に回転するようになっている。

メッキ電源 8 2、反転機構 4 3、昇降機構 4 4、回転駆動機構 4 5、およびサセプタ移動機構 4 6 の動作は、システムコントローラ 1 5 5 により制御される。

【 0 0 8 5 】

メッキ処理部 1 2 によりメッキを行う際は、まず、システムコントローラ 1 5 5 により反転機構 4 3 が制御されて、ウエハ保持回転機構 7 4 a ～ 7 4 d のいずれか（以下、ウエハ保持回転機構 7 4 a とする。）の載置台 8 1 a が上方を向くようにされる。また、システムコントローラ 1 5 5 によりサセプタ移動機構 4 6 が制御されて、載置台 8 1 a が回転管 7 7 側に移動され、ウエハ受け渡しピン 8 4 が載置台 8 1 a を貫通して、この載置台 8 1 a から突出した状態にされる（この状態のウエハ保持回転機構 7 4 a ～ 7 4 d を図 8 に二点鎖線で示す。）。

【 0 0 8 6 】

この状態で、搬送ロボット T R の進退アーム 4 1 または進退アーム 4 2（図 4 参照）により、カセット C から取り出された未処理のウエハ W が、支柱 7 9 の間を通して搬入されて、ウエハ W の中心が回転管 7 7 の中心軸上にのるようにウエハ W がウエハ受け渡しピン 8 4 の上に載置される。そして、システムコントローラ 1 5 5 によりサセプタ移動機構 4 6 が制御されて、載置台 8 1 a が回転管 7 7 から離れるように移動され、載置台 8 1 a とカソードリング 8 0 の当接部 8 0 a との間にウエハ W が挟持される。ウエハ W は、たとえば、ほぼ円形の形状を有し、処理面に多くの微細な孔または溝を有し、その上にバリア層とシード層とが形成されたものとすることができる。

【 0 0 8 7 】

また、システムコントローラ 1 5 5 の制御によりポンプ P 1 が作動されて、メッキ槽 6 1 a にメッキ液が 5 リットル／min で送られる（図 6 参照）。これにより、メッキ液はメッキ槽 6 1 a の縁からわずかに盛り上がって回収槽 6 2 a へと溢れる。そして、システムコントローラ 1 5 5 により、反転機構 4 3 が制御されてウエハ W が下方を向くようにウエハ保持回転機構 7 4 a が反転され、昇降機構 4 4 が制御されて、ウエハ保持回転機構 7 4 a が下降され、ウエハ W の下面がメッキ槽 6 1 a に満たされたメッキ液の表面に接触される。

【 0 0 8 8 】

次に、システムコントローラ 1 5 5 により、回転駆動機構 4 5 が制御されて、ウエハ W が、所定の回転速度（たとえば、1 0 0 r p m）で回転され、メッキ電源 8 2 が制御されてアノード電極 7 6 とカソード電極 8 3 との間に数分間通電される。これにより、カソード電極 8 3 に接続されたウエハ W 下面とメッキ液との界面では、メッキ液中の銅イオンに電子が与えられて、ウエハ W 下面に銅原子が被着する。すなわち、ウエハ W 下面に銅メッキが施される。

【 0 0 8 9 】

メッキ液中で、酸化還元剤としての鉄イオンは、2 価および 3 価の鉄イオンとして存在している。メッキ液中の 2 価の鉄イオンは、アノード電極 7 6 に電子を与えて 3 価の鉄イオンとなる。このように、鉄イオンは、サイクリックに酸化還元を繰り返し、メッキ液とアノード電極 7 6 との間の電子の移動量、およびカソード電極 8 3 とメッキ液との間の電子の移動量はほぼ収支する。

このため、酸化還元剤を用いなかった場合に発生する活性な酸素の泡は生じない。これにより、メッキ液の添加剤の酸化による分解を遅らせることができ、また、酸素の泡がウエハ W 下面に付着して、ウエハ W 表面（下面）に形成された微細な孔や溝を埋めてメッキできなくなる事態を回避することができる。

【 0 0 9 0 】

その後、システムコントローラ 1 5 5 により昇降機構 4 4 が制御されて、ウエハ W 下面がメッキ槽 6 1 a に満たされたメッキ液の液面から数 mm 離れた状態とされ、さらに、システムコントローラ 1 5 5 により回転駆動機構 4 5 が制御され

て、ウエハWが、たとえば、500rpmで数十秒間回転される。これにより、ウエハW下面のメッキ液は側方へと振り切られる。

続いて、システムコントローラ155により、回転駆動機構45が制御されてウエハWの回転が停止され、昇降機構44が制御されてウエハ保持回転機構74aが上昇され、反転機構43が制御されてウエハW側が上方を向くようにウエハ保持回転機構74aが反転される。

【0091】

その後、システムコントローラ155により、サセプタ移動機構46が制御されて載置台81aが回転管77側に移動し、ウエハWの挟持が解除される。そして、搬送ロボットTRの進退アーム42または進退アーム41により処理済みのウエハWが搬出されて、1枚のウエハWの周縁部のメッキ処理が終了する。

メッキ処理は、4つのポンプP1～P4を同時に作動させてメッキカップ56a～56dで行ってもよく、ポンプP1～P4の一部のみ作動させて対応するメッキカップ56a～56dのいずれかで行ってもよい。

【0092】

図9は、ベベルエッチングユニット21a、21bの共通の構成を示す図解的な断面図である。

ほぼ円筒状のカップ85内に、ウエハWをほぼ水平に保持して回転するスピンチャック86が備えられている。スピンチャック86は、ウエハWの周縁部に接触することなく、ウエハWの底面中央部のみを吸着することにより、ウエハWを保持できるようになっている。スピンチャック86は鉛直方向に沿って配された回転軸87を有しており、回転軸87には回転駆動機構88からの回転駆動力が伝達されるようになっている。また、スピンチャック86には、このスピンチャック86を昇降させる昇降機構89が結合されていて、スピンチャック86の上部をカップ85内に収容された状態と、カップ85の上端より高い状態とにできるようになっている。

【0093】

カップ85は、同心状に配された3つのカップ85a～85cを含んでいる。それぞれのカップ85a～85cの上端は、最も外側のカップ85aが最も高く

、中間のカップ 8 5 b が最も低い。最も内側のカップ 8 5 c の上端には、平板状で平面視において環状の処理液案内板 8 5 d が結合されている。処理液案内板 8 5 d の外側の端部は、屈曲してカップ 8 5 a とカップ 8 5 b との間に挿入されている。

【 0 0 9 4 】

カップ 8 5 a およびカップ 8 5 b を側壁として、処理液回収槽 9 7 が形成されており、カップ 8 5 b およびカップ 8 5 c を側壁として、排気槽 9 8 が形成されている。処理液回収槽 9 7 の底部の一部には排液口 9 7 a が形成されており、排気槽 9 8 の底部の一部には、排気口 9 8 a が形成されている。

カップ 8 5 の上方には、ノズル 9 0 が配置されている。ノズル 9 0 にはリンス液配管 9 1 が連通接続されており、リンス液配管 9 1 にはリンス液供給源 9 2 が接続されている。リンス液配管 9 1 にはバルブ 9 1 V が介装されており、バルブ 9 1 V を開くことによりノズル 9 0 からリンス液を吐出して、スピンチャック 8 6 に保持されたウエハ W の上面にリンス液を供給できるようになっている。リンス液は、たとえば、純水であってもよい。

【 0 0 9 5 】

処理液案内板 8 5 d を下方から貫通して、ノズル 9 9 が配されている。ノズル 9 9 にはリンス液配管 1 0 0 が連通接続されており、リンス液配管 1 0 0 にはリンス液供給源 9 2 が接続されている。リンス液配管 1 0 0 にはバルブ 1 0 0 V が介装されており、バルブ 1 0 0 V を開くことによりノズル 9 9 からリンス液を吐出して、スピンチャック 8 6 に保持されたウエハ W の下面にリンス液を供給できるようになっている。

【 0 0 9 6 】

また、カップ 8 5 の上方には、エッチング処理管 9 3 がほぼ鉛直方向に沿って配されている。エッチング処理管 9 3 下端近傍のカップ 8 5 中心側には、スピンチャック 8 6 に保持されたウエハ W の表面に沿う水平方向に延びる溝 9 4 が形成されており、このウエハ W の周縁部を溝 9 4 内に挿入できるようになっている。溝 9 4 の内部空間とエッチング処理管 9 3 の内部空間とは連通している。

エッチング処理管 9 3 には移動機構 9 5 が結合されている。この移動機構 9 5

により、エッチング処理管 9 3 を、ウエハ W の周縁部が溝 9 4 に挿入された処理位置および処理位置から退避してウエハ W から離れた退避位置との間で移動させることができる。さらに、移動機構 9 5 は、エッチング処理管 9 3 を上下方向にも移動させることができ、カップ 8 5 を回避してエッチング処理管 9 3 を側方へ退避させることができるようになっている。

【 0 0 9 7 】

エッチング処理管 9 3 は、後処理薬液配管 P 1 4 を介して、後処理薬液供給部 4（図 1 参照）に配されエッチング液が収容されたエッチング液供給源 9 6 に接続されている。後処理薬液配管 P 1 4 には、バルブ 9 3 V が介装されており、バルブ 9 3 V を開くことにより、溝 9 4 の内部空間にエッチング液を送ることができるようになっている。また、バルブ 9 3 V により、エッチング液の流量調整をすることもできる。エッチング液は、たとえば、硫酸、過酸化水素水、および水の混合溶液とすることができる。

【 0 0 9 8 】

回転駆動機構 8 8、昇降機構 8 9、および移動機構 9 5 の動作、ならびにバルブ 9 1 V、1 0 0 V、9 3 V の開閉は、システムコントローラ 1 5 5 により制御される。

ベベルエッチングユニット 2 1 a、2 1 b によりウエハ W の周縁部をエッチングするときは、先ず、システムコントローラ 1 5 5 により移動機構 9 5 が制御されて、エッチング処理管 9 3 が退避位置に退避される。

【 0 0 9 9 】

続いて、システムコントローラ 1 5 5 により昇降機構 8 9 が制御されてスピチャック 8 6 が上昇されて、スピチャック 8 6 の上部がカップ 8 5 の上端より高くされる。そして、搬送ロボット T R の進退アーム 4 1 または進退アーム 4 2（図 4 参照）により、メッキ処理部 1 2 でメッキ処理が施されたウエハ W が搬入されて、ウエハ W の中心が回転軸 8 7 の中心軸上にのるようにウエハ W がスピチャック 8 6 に吸着保持される。ウエハ W は、メッキ処理が施された面が上方に向けられて保持される。

【 0 1 0 0 】

その後、システムコントローラ 1 5 5 により昇降機構 8 9 が制御されてスピンチャック 8 6 が下降される。これにより、スピンチャック 8 6 に保持されたウエハ W は側方がカップ 8 5 a に囲まれた状態となる。そして、システムコントローラ 1 5 5 により回転駆動機構 8 8 が制御されて、スピンチャック 8 6 に保持されたウエハ W が回転される。ウエハ W の回転数は、たとえば、5 0 0 r p m とされる。

【 0 1 0 1 】

この状態で、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ 9 1 V, 1 0 0 V が開かれる。これにより、ノズル 9 0, 9 9 からウエハ W の上面および下面にリンス液が供給される。リンス液は、遠心力によりウエハ W の周縁部へと拡がりウエハ W の上側表面のほぼ全面および下側表面のスピンチャック 8 6 が接している部分を回避した領域を流れる。このようにして、ウエハ W が洗浄される。

リンス液は、ウエハ W の遠心力により側方へと振り切られて、カップ 8 5 a の内側面や処理液案内板 8 5 d の上面を伝って、処理液回収槽 9 7 内へと流れ落ちる。リンス液は、さらに、排液口 9 7 a から図外の回収タンクへと導かれる。また、図外の排気装置により、排気口 9 8 a からカップ 8 5 内の気体が排気される。これにより、リンス液のミスト等もカップ 8 5 外に飛散しないようになっている。

【 0 1 0 2 】

一定時間、このようなリンス処理が施された後、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ 9 1 V, 1 0 0 V が閉じられる。ウエハ W の回転は継続され、これにより、ウエハ W に残ったリンス液の大部分は振り切られる。

次に、システムコントローラ 1 5 5 により移動機構 9 5 が制御されて、エッチング処理管 9 3 が処理位置に移動される。これにより、ウエハ W の周縁部が溝 9 4 に挿入された状態となる。このときのウエハ W の回転数は、たとえば、5 0 0 r p m とすることができる。そして、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ 9 3 V が開かれる。エッチング液の流量は、たとえば、2 0 m l / m i n とすることができる。これにより、エッチング液供給源 9 6 から溝 9 4 内にエッチング液が供給される。エッチング液は、溝 9 4 から溢れて流れるので、溝 9

4 内はエッチング液でほぼ満たされた状態となる。

【 0 1 0 3 】

ウエハWの周縁部は溝 9 4 内に挿入されているので、ウエハW表面の銅薄膜のうち周縁部のものはエッチング液に溶解される。ウエハWは回転しているので、ウエハWの周縁部とエッチング処理管 9 3 による処理位置との相対変位が生じ、その結果、ウエハW周縁部は全周にわたってエッチングされる。エッチング幅は、ウエハWの溝 9 4 への挿入深さで決まるので、正確に所望のエッチング幅でエッチングできる。

【 0 1 0 4 】

ウエハWの遠心力により側方へと振り切られたエッチング液は、リンス液と同様、一旦回収槽 9 7 に回収された後、排液口 9 7 a を介して図外の回収タンクに導かれる。また、この間も、排気口 9 8 a からの排気は継続され、エッチング液のミストがカップ 8 5 外に飛散しないようにされる。

このように一定時間（たとえば、数十秒間）エッチング液を流して、ウエハW周縁部の銅薄膜のエッチングを継続した後、システムコントローラ 1 5 5 はバルブ 9 3 V を閉じるように制御して、溝 9 4 内へのエッチング液の供給を停止する。これにより、溝 9 4 内にはエッチング液が存在しない状態となり、ウエハW周縁部のエッチング処理は終了する。

【 0 1 0 5 】

その後、再び、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ 9 1 V, 1 0 0 V が開かれ、ウエハW表面にリンス液が供給される。これにより、ウエハW周縁部に残っていたエッチング液がリンス液により除去される。一定時間（たとえば、1 分）、リンス液の供給が継続された後、システムコントローラ 1 5 5 の制御によりバルブ 9 1 V, 1 0 0 V が閉じられてリンス液の供給が停止される。そして、システムコントローラ 1 5 5 により回転駆動機構 8 8 が制御されてスピンドルチャック 8 6 が一定時間高速回転（たとえば、1 0 0 0 r p m）されて、ウエハWの振り切り乾燥が行われた後、スピンドルチャック 8 6 の回転が停止される。

【 0 1 0 6 】

その後、システムコントローラ 1 5 5 により移動機構 9 5 が制御されて、エッ

チング処理管 9 3 が退避位置に移動される。続いて、システムコントローラ 1 5 5 により昇降機構 8 9 が制御されて、スピンチャック 8 6 に保持されたウエハ W が、カップ 8 5 の上端より高くなるように、スピンチャック 8 6 が上方に移動され、ウエハ W の吸着保持が解除される。

そして、搬送ロボット T R の進退アーム 4 2 または進退アーム 4 1 により処理済みのウエハ W が搬出されて、1 枚のウエハ W の周縁部のエッチング処理が終了する。処理済みのウエハ W は周縁部に銅薄膜が存在しないので、以後の工程で基板保持ハンド 4 1, 4 2 c (図 4 (a) 参照) により周縁部を把持されても基板保持ハンド 4 1 c, 4 2 c に銅が付着することはない。

【 0 1 0 7 】

この実施形態では、カップ 8 5 が固定されスピンチャック 8 6 が昇降機構 8 9 により昇降されるように構成されているが、スピンチャック 8 6 が上下方向に固定されカップ 8 5 が昇降されるように構成されていてもよい。この場合でも、スピンチャック 8 6 の上端をカップ 8 5 の上端より高くすることができ、進退アーム 4 1 または進退アーム 4 2 によるウエハ W の搬入／搬出を行うことができる。

図 1 0 は、洗浄ユニット 2 2 a, 2 2 b の共通の構成を示す図解的な断面図である。

【 0 1 0 8 】

ほぼ円筒状のカップ 1 0 1 内に、ウエハ W をほぼ水平に保持して回転するスピンチャック 1 0 2 が備えられている。スピンチャック 1 0 2 は、鉛直方向に沿って配された回転軸 1 0 2 a およびその上端に垂直に取り付けられた円板状のスピンベース 1 0 2 b を有しており、スピンベース 1 0 2 b の上面周縁部近傍には、複数のチャックピン 1 0 2 e が立設されている。チャックピン 1 0 2 e により、ウエハ W をの周縁部の下面を支持し側面を把持できるようになっている。

【 0 1 0 9 】

スピンチャック 1 0 2 の回転軸 1 0 2 a には回転駆動機構 1 0 3 からの回転駆動力が伝達されるようになっている。また、スピンチャック 1 0 2 には、このスピンチャック 1 0 2 を昇降させる昇降機構 1 0 4 が結合されていて、スピンチャック 1 0 2 の上部をカップ 1 0 1 内に收容された状態と、カップ 1 0 1 の上端よ

り高い状態とにできるようになっている。

カップ 1 0 1 は、同心状に配された 3 つのカップ 1 0 1 a ~ 1 0 1 c を含んでいる。それぞれのカップ 1 0 1 a ~ 1 0 1 c の上端は、最も外側のカップ 1 0 1 a が最も高く、中間のカップ 1 0 1 b が最も低い。最も内側のカップ 1 0 1 c の上端には、平板状で平面視において環状の処理液案内板 1 0 1 d が結合されている。処理液案内板 1 0 1 d の外側の端部は、屈曲してカップ 1 0 1 a とカップ 1 0 1 b との間に挿入されている。

【 0 1 1 0 】

カップ 1 0 1 a およびカップ 1 0 1 b を側壁として、処理液回収槽 1 0 5 が形成されており、カップ 1 0 1 b およびカップ 1 0 1 c を側壁として、排気槽 1 0 6 が形成されている。処理液回収槽 1 0 5 の底部の一部には排液口 1 0 5 a が形成されており、排気槽 1 0 6 の底部の一部には、排気口 1 0 6 a が形成されている。

カップ 1 0 1 の上方には、ノズル 1 0 7 が配置されている。ノズル 1 0 7 は、バルブ 1 0 7 V を介してリンス液供給源に連通接続されており、バルブ 1 0 7 V を開くことにより、ノズル 1 0 7 からスピンチャック 1 0 2 に保持されたウエハ W に向けて、リンス液を吐出することができるようになっている。

【 0 1 1 1 】

回転軸 1 0 2 a の内部には、回転軸 1 0 2 a を軸方向に貫通する処理液供給路 1 0 2 c が形成されており、回転軸 1 0 2 の上端は開口して処理液吐出口 1 0 2 d となっている。処理液供給路 1 0 2 c には、後処理薬液配管 P 1 4 を介して、後処理薬液供給部 4（図 1 参照）に配された洗浄液供給源から洗浄液を導入できるようになっており、また、リンス液供給源からリンス液を導入できるようになっている。洗浄液は、たとえば、硫酸、過酸化水素水、および水の混合溶液とすることができる。

【 0 1 1 2 】

処理液供給路 1 0 2 c と洗浄液供給源との間には、バルブ 1 0 8 V が介装されており、処理液供給路 1 0 2 c とリンス液供給源との間には、バルブ 1 0 9 V が介装されている。バルブ 1 0 9 V を閉じ、バルブ 1 0 8 V を開くことにより、処

理液吐出口 1 0 2 d から洗浄液を吐出させることができ、バルブ 1 0 8 V を閉じ、バルブ 1 0 9 V を開くことにより、処理液吐出口 1 0 2 d からリンス液を吐出させることができる。このようにして、スピンチャック 1 0 2 に保持されたウエハ W の下面中心部に、洗浄液またはリンス液を供給できる。

【 0 1 1 3 】

回転駆動機構 1 0 3 および昇降機構 1 0 4 の動作、ならびにバルブ 1 0 7 V, 1 0 8 V, 1 0 9 V の開閉は、システムコントローラ 1 5 5 により制御される。

洗浄ユニット 2 2 a, 2 2 b によりウエハ W を洗浄するときは、まず、システムコントローラ 1 5 5 により昇降機構 1 0 4 が制御されてスピンチャック 1 0 2 が上昇されて、スピンチャック 1 0 2 の上部がカップ 1 0 1 の上端より高くされる。そして、搬送ロボット T R の進退アーム 4 1 または進退アーム 4 2 (図 4 参照) により、ベベルエッチングユニット 2 1 a または 2 1 b でベベルエッチング処理が施されたウエハ W が搬入されて、ウエハ W の中心が回転軸 1 0 2 a の中心軸上にのるように、ウエハ W がチャックピン 1 0 2 e によりメカニカルに保持される。

【 0 1 1 4 】

その後、システムコントローラ 1 5 5 により昇降機構 1 0 4 が制御されて、スピンチャック 1 0 2 が下降される。これにより、スピンチャック 1 0 2 に保持されたウエハ W は側方がカップ 1 0 1 a に囲まれた状態となる。そして、システムコントローラ 1 5 5 により回転駆動機構 1 0 3 が制御されて、スピンチャック 1 0 2 に保持されたウエハ W が回転される。ウエハ W の回転数は、たとえば、5 0 0 r p m とされる。また、図外の排気装置により、排気口 1 0 6 a からカップ 1 0 1 内の気体が排気される。

【 0 1 1 5 】

この状態で、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ 1 0 7 V, 1 0 8 V が開かれる。これにより、ウエハ W に向けて、ノズル 1 0 7 からはリンス液が吐出され、処理液吐出口 1 0 2 d からは洗浄液が吐出される。ウエハ W 表面に供給されたリンス液および洗浄液は、それぞれ遠心力によりウエハ W の周縁部へと拡がるように流れる。このようにして、ウエハ W 下面全面が洗浄される。

リンス液および洗浄液は、ウエハWの遠心力により側方へと振り切られて、カップ101aの内側面や処理液案内板101dの上面を伝って、処理液回収槽105内へと流れ落ちる。これらの液は、さらに、排液口105aから図外の回収タンクへと導かれる。また、カップ101内の気体が排気されていることから、洗浄液のミストなども排気口106aから排気され、カップ101外に飛散することはない。

【0116】

一定時間、このような処理が施された後、システムコントローラ155の制御により、バルブ108Vが閉じられ、バルブ109Vが開かれる。これにより、処理液吐出口102dからウエハW下面に向けてリンス液が吐出される。ノズル107からのウエハW上面へのリンス液の吐出は継続される。これにより、ウエハW下面の洗浄液が洗い流される。一定時間（たとえば、1分間）、このような処理が継続された後、システムコントローラ155の制御により、バルブ107V、109Vが閉じられ、ウエハWへのリンス液の供給が停止される。

【0117】

続いて、システムコントローラ155により、回転駆動機構103が制御されて、スピチャック102に保持されたウエハWが、たとえば、2000rpmで回転される。これにより、ウエハWに残ったリンス液の大部分は振り切られて、ウエハWが乾燥される。その後、システムコントローラ155により回転駆動機構103が制御されて、ウエハWの回転が停止される。

次に、システムコントローラ155により、昇降機構104が制御されて、スピチャック102に保持されたウエハWが、カップ101の上端より高くなるように、スピチャック102が上方に移動され、チャックピン102eによるウエハWの保持が解除される。

【0118】

そして、搬送ロボットTRの進退アーム42または進退アーム41により処理済みのウエハWが搬出されて、1枚のウエハWの洗浄処理が終了する。

この実施形態では、カップ101が固定されスピチャック102が昇降機構104により昇降されるように構成されているが、スピチャック102が上下

方向に固定されカップ 1 0 1 が昇降されるように構成されていてもよい。この場合でも、スピンベース 1 0 2 b をカップ 1 0 1 の上端より高くすることができ、進退アーム 4 1 または進退アーム 4 2 によるウェハ W の搬入／搬出を行うことができる。

【 0 1 1 9 】

図 1 1 は、ウェハ処理部 1 の制御系統の構成を示すブロック図である。

システムコントローラ 1 5 5 のハードウェアは、1 0 M I P S (Million Instructions per second)以上の処理能力を有する CPU (Central Processing Unit) と、1 0 M b y t e 以上の容量を有する半導体メモリと、磁性体メモリと、RS-232C 規格のシリアルポートと、RS-485 規格のシリアルポートと、複数のプリント基板とを備えている。磁性体メモリは、たとえば、ハードディスクドライブ(HDD)に備えられたハードディスク(HD)や、フレキシブルディスクドライブ(FDD)に着脱されるフレキシブルディスク(FD)とすることができる。

【 0 1 2 0 】

システムコントローラで用いられるソフトウェアは、オペレーティングシステムと、少なくとも一部が高級言語で記述されたアプリケーションプログラムとを含んでいる。

システムコントローラ 1 5 5 は、ディスプレイ 1 5 6、キーボード 1 5 7、およびポインティングデバイス（たとえば、マウス）1 5 6 p に接続されており、作業者との間で情報の入出力をできるようになっている。また、システムコントローラ 1 5 5 には、警報音発生装置 1 5 8 が接続されており、所定の場合（たとえば、後述のようにメッキ液に銅イオンを供給する銅供給源の残量が所定量以下になったとき）には、警報音が発せられるとともに、警報に関連した情報がディスプレイ 1 5 6 に表示されるようになっている。

【 0 1 2 1 】

システムコントローラ 1 5 5 は、搬送コントローラ 2 9（図 2 参照）、主成分管理部 2、および微量成分管理部 3 と、RS-232C 規格のケーブルで接続されている。また、システムコントローラ 1 5 5 は、パルス列による入出力用のケーブルを介してモータコントローラ 1 5 9 に接続されており、アナログ信号用の

ケーブルを介してポンプコントローラ 1 6 0、流量計 6 0 a～6 0 d、および吸光度計 6 6 A、6 6 B に接続されている。

【0 1 2 2】

これにより、システムコントローラ 1 5 5 は、モータコントローラ 1 5 9 を介して、たとえば、回転駆動機構 4 5、8 8、1 0 3（図 8～図 1 0 参照）などに備えられたモータを制御可能であり、ポンプコントローラ 1 6 0 を介して、たとえば、メッキ処理部 1 2 のポンプ P 1～P 4（図 6 参照）の動作を制御可能である。流量計 6 0 a～6 0 d（図 6 参照）からの流量を示す信号は、アナログ信号としてシステムコントローラ 1 5 5 に入力される。また、システムコントローラ 1 5 5 は、アナログ信号により吸光度計 6 6 A、6 6 B の動作（たとえば、発光部 6 8 A、6 8 B の発光）を制御し、受光部 6 9 A、6 9 B から出力されるアナログ信号を受け取るようになっている。

【0 1 2 3】

システムコントローラ 1 5 5 は、さらに、RS-485 規格のケーブルを介して、主成分管理部 2、後処理薬液供給部 4、およびシリアル／パラレル変換器 1 6 1 a、1 6 1 b に接続されている。シリアル／パラレル変換器 1 6 1 a、1 6 1 b は、図 1 1 では 2 つのみ示しているが、より多く（たとえば 4 8 個）のものが接続されていてもよい。

各シリアル／パラレル変換器 1 6 1 a、1 6 1 b には、パラレルケーブルを介して、電磁弁 1 6 2 a、1 6 2 b やセンサ 1 6 3 a、1 6 3 b（たとえば、温度センサ 7 0、電磁導電率計 7 1、超音波式レベル計 7 2）などが接続されている。電磁弁 1 6 2 a、1 6 2 b は、たとえば、エア弁からなるバルブ（たとえば、バルブ 9 1 V、1 0 0 V、1 0 7 V）を制御することができる。

【0 1 2 4】

図 1 2 は、主成分管理部 2 の構成を示す図解図である。

主成分管理部 2 は、メッキ液中に銅イオンを供給するための複数（この実施形態では 3 つ）の銅溶解タンク 1 1 0 a～1 1 0 c、これらのうち使用されていない銅溶解タンク 1 1 0 a～1 1 0 c に置換液を供給するためのバッファ槽 1 1 1、およびバッファ槽 1 1 1 に置換液の元となる置換原液を供給する置換原液供給

部 112 を含んでいる。

【0125】

銅溶解タンク 110a～110c は、有底円筒状の外形および密閉構造を有しており、その軸がほぼ垂直方向に沿うように配されている。銅溶解タンク 110a～110c は、重量計 154a～154c にそれぞれ載せられており、銅溶解タンク 110a～110c およびその内容物を含む全重量を計量できるようになっている。

銅溶解タンク 110a～110c は、いずれも、銅溶解タンク 110a～110c の側壁を構成する外管 116a～116c、および外管 116a～116c 内に配された内管 117a～117c を備えており、内管 117a～117c の内部空間は、外管 116a～116c と内管 117a～117c との間の空間と銅溶解タンク 110a～110c の下部で連通している。

【0126】

バッファ槽 111 は、蓋 120 を備えており、ほぼ密閉された状態とされている。バッファ槽 111 の上部と下部とは鉛直方向に沿って配されたバイパス管 125 により連通接続されている。バイパス管 125 側方の所定の高さ位置には、その高さ位置におけるバイパス管 125 内部の液体の有無を検知する定量確認センサ 126 が取り付けられている。

バッファ槽 111 とバイパス管 125 との間で、液体（たとえば、置換液）は自由に行き来できるようになっており、これにより、バッファ槽 111 内の液面とバイパス管 125 内の液面とは、ほぼ同じ高さ位置になる。したがって、定量確認センサ 126 により、所定の高さ位置におけるバッファ槽 111 内の液体の有無を知ることができる。

【0127】

バッファ槽 111 の底部には、循環配管 118 の一端が連通接続されている。循環配管 118 の他端は、分岐点 B1 で、循環分岐配管 121、122 に分岐している。循環分岐配管 121 は、さらに、循環分岐配管 121a～121c に分岐しており、循環分岐配管 122 は、さらに、循環分岐配管 122a～122c に分岐している。

循環分岐配管 1 2 1 a ~ 1 2 1 c は、それぞれ、銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c の上方から内管 1 1 7 a ~ 1 1 7 c に接続されている。循環分岐配管 1 2 2 a ~ 1 2 2 c は、それぞれ、銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c 内に配された排液管 1 4 9 a ~ 1 4 9 c に連通接続されている。循環分岐配管 1 2 1 a ~ 1 2 1 c には、それぞれ、バルブ A V 3 - 2, A V 4 - 2, A V 5 - 2 が介装されている。循環分岐配管 1 2 2 a ~ 1 2 2 c には、それぞれ、バルブ A V 3 - 3, A V 4 - 3, A V 5 - 3 が介装されている。

【 0 1 2 8 】

外管 1 1 6 a ~ 1 1 6 c と内管 1 1 7 a ~ 1 1 7 c との間の空間には、循環分岐配管 1 1 9 a ~ 1 1 9 c が連通接続されている。循環分岐配管 1 1 9 a ~ 1 1 9 c には、それぞれ、バルブ A V 3 - 1, A V 4 - 1, A V 5 - 1 が介装されている。循環分岐配管 1 1 9 a ~ 1 1 9 c は循環配管 1 1 9 の一端側に接続されており、循環配管 1 1 9 の他端側は、分岐点 B 2 で循環分岐配管 1 1 9 d, 1 1 9 e に分岐している。

【 0 1 2 9 】

バルブ A V 3 - 1, A V 3 - 2, A V 3 - 3, A V 4 - 1, A V 4 - 2, A V 4 - 3, A V 5 - 1, A V 5 - 2, A V 5 - 3 は、銅溶解タンク内流路切り換え部 1 5 3 に集約されている。

循環分岐配管 1 1 9 d は、蓋 1 2 0 を貫通してバッファ槽 1 1 1 内に延設されている。循環分岐配管 1 1 9 d には、バルブ A V 2 - 2 が介装されている。

循環配管 1 1 8 の途中には、分岐点 B 3 において、流路切り換え用配管 1 1 5 の一端が連通接続されている。また、流路切り換え用配管 1 1 5 の他端側から、排液できるようになっている。流路切り換え用配管 1 1 5 の他端側には、バルブ A V 1 - 4 が介装されている。また、流路切り換え用配管 1 1 5 には、それぞれバルブ A V 1 - 3, A V 1 - 2 を介してメッキ液移送管 P 1 2 a, P 1 2 b が連通接続されている。

【 0 1 3 0 】

循環配管 1 1 8 には、バッファ槽 1 1 1 と分岐点 B 3 との間にバルブ A V 1 - 1 が介装されており、分岐点 B 3 と分岐点 B 1 との間には、分岐点 B 3 から分岐

点 B 1 に向かう順に、バルブ A V 1 - 5、ポンプ P 5、流量計 1 2 3 が介装されている。また、循環配管 1 1 8 のバッファ槽 1 1 1 に近接した部分（バッファ槽 1 1 1 と分岐点 B 3 との間）の側方には、空確認センサ 1 2 7 が取り付けられている。空確認センサ 1 2 7 は、その高さ位置における循環配管 1 1 8 内の液体の有無を検知できる。これにより、バッファ槽 1 1 1 内が空であるか否かを知ることができるようになっている。

【 0 1 3 1 】

バルブ A V 1 - 1, A V 1 - 2, A V 1 - 3, A V 1 - 4, A V 1 - 5 は、入口側主流路切り換え部 1 1 3 に集約されている。

循環分岐配管 1 1 9 e は、分岐点 B 4 においてメッキ液移送管 P 1 2 b の途中に連通接続されている。循環分岐配管 1 1 9 e にはバルブ A V 2 - 1 が介装されている。バルブ A V 2 - 1, A V 2 - 2 は、出口側主流路切り換え部 1 1 4 に集約されている。

【 0 1 3 2 】

置換原液供給部 1 1 2 は、置換原液を収容する置換原液タンク 1 2 8、および所定量の置換原液を計量する計量カップ 1 2 9 を備えている。置換原液は、たとえば、濃硫酸とすることができる。計量カップ 1 2 9 は蓋 1 2 9 a を有して、ほぼ密閉されている。また、計量カップ 1 2 9 の底部は逆円錐形の形状を有している。置換原液タンク 1 2 8 の底部と計量カップ 1 2 9 の上部との間には、置換原液移送管 1 3 0 が配設されている。置換原液移送管 1 3 0 には、バルブ A V 6 - 3 が介装されている。

【 0 1 3 3 】

置換原液供給部 1 1 2 とバッファ槽 1 1 1 とは、置換原液供給配管 1 2 4 で接続されている。置換原液供給配管 1 2 4 は、蓋 1 2 9 a を貫通して計量カップ 1 2 9 の上部まで延設されている。計量カップ 1 2 9 の底部には、置換原液移送管 1 3 1 の一端が連通接続されている。置換原液移送管 1 3 1 の他端は、置換原液供給管 1 2 4 に分岐点 B 5 で連通接続されている。分岐点 B 5 と計量カップ 1 2 9 との間において、置換原液供給配管 1 2 4 にはバルブ A V 6 - 1 が介装されている。置換原液移送管 1 3 1 には、バルブ A V 6 - 2 が介装されている。

【 0 1 3 4 】

また、計量カップ 1 2 9 には、蓋 1 2 9 a を貫通してリーク管 1 3 2 が配されている。計量カップ 1 2 9 の外部で、リーク管 1 3 2 にはバルブ A V 6 - 4 が介装されている。バルブ A V 6 - 4 を開くことにより、計量カップ内を大気圧にできる。

計量カップ 1 2 9 側方の所定の高さ位置には、その高さ位置における計量カップ 1 2 9 内部の液体の有無を検知する定量確認センサ 1 3 3 が取り付けられている。また、置換原液移送管 1 3 1 の計量カップ 1 2 9 に近接した部分の側方には、空確認センサ 1 3 4 が取り付けられている。空確認センサ 1 3 4 は、その高さ位置における置換原液移送管 1 3 1 内の液体の有無を検知できる。これにより、計量カップ 1 2 9 内が空であるか否かを知ることができるようになっている。

【 0 1 3 5 】

バッファ槽 1 1 1 には、蓋 1 2 0 を貫通して純水供給配管 1 3 5 が連通接続されており、図外の純水供給源からバッファ槽 1 1 1 に純水を供給できるようになっている。純水供給配管 1 3 5 には、バルブ A V 7 - 1 が介装されている。

バッファ槽 1 1 1 には、さらに、蓋 1 2 0 を貫通して給排気管 1 3 6 が導入されている。給排気管 1 3 6 のバッファ槽 1 1 1 外の端部には、エアポンプ 1 3 7 が接続されている。給排気管 1 3 6 には、三方バルブ A V 8 - 3 が介装されている。三方バルブ A V 8 - 3 により、バッファ槽 1 1 1 とエアポンプ 1 3 7 とが流通するようにしたり、バッファ槽 1 1 1 と大気とが流通するようにしたりすることができ。

【 0 1 3 6 】

エアポンプ 1 3 7 は排気管 1 3 8 および給気管 1 3 9 を備えており、給排気管 1 3 6 は排気管 1 3 8 および給気管 1 3 9 に連通接続されている。排気管 1 3 8 には三方バルブ A V 8 - 1 が介装されており、給気管 1 3 9 には三方バルブ A V 8 - 2 が介装されている。三方バルブ A V 8 - 1, A V 8 - 2, A V 8 - 3 は、加圧／減圧部 1 6 4 に集約されている。

三方バルブ A V 8 - 1 を大気とエアポンプ 1 3 7 とが流通するようにし、三方バルブ A V 8 - 2 をエアポンプ 1 3 7 と給排気管 1 3 6 とが流通するようにして

、エアポンプ137を作動させることにより、バッファ槽111内に空気を供給（給気）できる。また、三方バルブAV8-1を給排気管136とエアポンプ137とが流通するようにし、三方バルブAV8-2をエアポンプ137と大気とが流通するようにして、エアポンプ137を作動させることにより、バッファ槽111内の気体を排出（排気）できる。

【0137】

入口側主流路切り換え部113、出口側主流路切り換え部114、銅溶解タンク内流路切り換え部153、置換原液供給部112、および加圧／減圧部164の各バルブ、ならびにバルブAV7-1の開閉や、ポンプP5、エアポンプ137の動作は、シリアル／パラレル変換器165を介して、ウエハ処理部1のシステムコントローラ155により制御される。定量確認センサ126、133、空確認センサ127、134、流量計123、および重量計154a～154cの出力信号は、シリアル／パラレル変換器165を介して、ウエハ処理部1のシステムコントローラ155に入力される。

【0138】

図13は、銅溶解タンク110a～110cの共通の構造を示す図解的な断面図である。

銅溶解タンク110a～110cは、外管116a～116cと内管117a～117cとを備えたカートリッジ140、およびカートリッジ140に配管を接続するための接続部材141を含んでいる。

外管116a～116cの一方端側（図13で下端）は、底板110Pによって塞がれている。接続部材141は、カートリッジ140の底板110P側とは反対側の端部に接続されている。内管117a～117cの接続部材141側の端部は、メッキ液導入口117Eとなっている。内管117a～117cと外管116a～116cとの間で、接続部材141側の端部には、メッキ液排出口116Eが形成されている。

【0139】

カートリッジ140および接続部材141は、それぞれフランジ143、144を備えている。フランジ143とフランジ144とは、環状の固定部材142

により着脱容易に固定されている。固定部材 1 4 2 を外して、カートリッジ 1 4 0 を交換することが可能である。

外管 1 1 6 a ~ 1 1 6 c と内管 1 1 7 a ~ 1 1 7 c との間の環状空間 1 4 5 には、銅の線材を織ってメッシュ状に形成され、平面視においてドーナツ形状を有する複数枚の銅メッシュ 1 4 6 が、カートリッジ 1 4 0 の長さ方向に沿って積層され（積み重ねられ）ている。メッキ液は、環状空間 1 4 5 内をカートリッジ 1 4 0 の長さ方向に沿って下方から上方へと流れる。つまり、銅メッシュ 1 4 6 の積層方向は、メッキ液の流路に沿っている。銅メッシュ 1 4 6 は、メッキ液に溶解してメッキ液に銅イオンを供給する銅イオン供給源として機能する。

【 0 1 4 0 】

銅メッシュ 1 4 6 の外径は外管 1 1 6 a ~ 1 1 6 c の内径にほぼ等しく、銅メッシュ 1 4 6 の内径は内管 1 1 7 a ~ 1 1 7 c の外径にほぼ等しい。したがって、銅メッシュ 1 4 6 は、環状空間 1 4 5 においてメッキ液の流路を横切るように配されている。このため、メッキ液は銅メッシュ 1 4 6 を回避して流れることはできず、銅メッシュ 1 4 6 の空隙を通して流れるので、銅メッシュ 1 4 6 は効率的にメッキ液に溶解される。

【 0 1 4 1 】

環状空間 1 4 5 の両端の入口部（下端）および出口部（上端）には、積層された銅メッシュ 1 4 6 を両側から挟むように、環状のフィルタ 1 4 7 が配されている。フィルタ 1 4 7 は、環状空間 1 4 5 を通過する液体中の異物を除去することができる。環状空間 1 4 5 の接続部材 1 4 1 側には、フィルタ 1 4 7 とカートリッジ 1 4 0 の接続部材 1 4 1 側の端部との間を一定の間隔に保つためのフィルタ押さえ 1 4 8 が配されている。環状空間 1 4 内の液体は、フィルタ押さえ 1 4 8 に形成された貫通口を通過して自由に流れることができる。

【 0 1 4 2 】

カートリッジ 1 4 0 内には、カートリッジ 1 4 0 の長さ方向に沿って、排液管 1 4 9 a ~ 1 4 9 c が配設されている。排液管 1 4 9 a ~ 1 4 9 c は、銅メッシュ 1 4 6 を回避するように、フィルタ押さえ 1 4 8 により確保された空間を介して内管 1 1 7 a ~ 1 1 7 c 内に導入されている。

接続部材 1 4 1 には、循環分岐配管 1 2 1 a ~ 1 2 1 c、循環分岐配管 1 1 9 a ~ 1 1 9 c、および循環分岐配管 1 2 2 a ~ 1 2 2 c が接続されている。接続部材 1 4 1 の内部には、連通孔 1 5 0、1 5 1、1 5 2 が形成されている。循環分岐配管 1 2 1 a ~ 1 2 1 c は、連通孔 1 5 0 およびメッキ液導入口 1 1 7 E を介して内管 1 1 7 a ~ 1 1 7 c に連通接続されている。循環分岐配管 1 1 9 a ~ 1 1 9 c は、連通孔 1 5 1 およびメッキ液排出口 1 1 6 E を介して環状空間 1 4 5 に連通接続されている。循環分岐配管 1 2 2 a ~ 1 2 2 c は、連通孔 1 5 2 を介して排液管 1 4 9 a ~ 1 4 9 c に連通接続されている。

【0 1 4 3】

図 1 4 は、銅メッシュ 1 4 6 の図解的な斜視図である。

一例であるが、銅メッシュ 1 4 6 の外径 d_o はおよそ 1 2 0 mm であり、その内径 d_i はおよそ 3 0 mm である。したがって、銅メッシュ 1 4 6 をシートとみなした場合の 1 枚の銅メッシュ 1 4 6 の面積は、およそ 100 cm^2 である。たとえば、メッシュ数は 5、すなわち、1 インチあたりの銅の線材の数は 5 本である。また、たとえば、使用前（メッキ液に溶解され始める前）において、1 枚の銅メッシュ 1 4 6 の銅の線材の全表面積はおよそ 120 cm^2 であり、1 枚の銅メッシュ 1 4 6 の重量はおよそ 2 7 g である。

【0 1 4 4】

1 本のカートリッジ 1 4 0 には、たとえば、環状空間 1 4 5 に 2 2 5 枚の銅メッシュ 1 4 6 が積層して配されている。使用前のこれらの銅メッシュ 1 4 6 の総重量は、たとえば、およそ 6 K g である。

以下、銅メッシュ 1 4 6 の特徴を、銅イオン供給源として球状の銅の集合物を用いた場合との比較において説明する。

半径が r_1 である球状の銅（以下、「粒子」という。）は、表面積 s_1 が $4\pi r_1^2$ であり、体積 v_1 が $4/3\pi r_1^3$ である。半径が $r_2 = r_1/2$ である粒子は、表面積 s_2 が $4\pi r_2^2 = 4\pi (r_1/2)^2 = s_1/4$ であり、体積 v_2 が $4/3\pi r_2^3 = 4/3\pi (r_1/2)^3 = v_1/8$ である。

【0 1 4 5】

次に、単位体積あたりの粒子の数を計算する。粒子が直交座標系において各座

標軸に沿って密に整列しているとする。粒子の半径が r_1 のとき、各座標軸の単位長さあたりの粒子の数 n_1 は $1/r_1$ であり、単位体積あたりの粒子数 N_1 は n_1^3 である。また、単位体積あたりの粒子の表面積 S_1 は $n_1^3 \times s_1$ であり、単位体積あたりの粒子の正味体積 V_1 は $n_1^3 \times v_1$ である。

一方、半径が $r_2 = r_1/2$ である粒子の場合、各座標軸の単位長さあたりの粒子の数 n_2 は $1/r_2$ であり、単位体積あたりの粒子数 N_2 は $n_2^3 = 1/r_2^3 = 1/(r_1/2)^3 = 8/r_1^3 = 8n_1^3 = 8N_1$ である。同様に、単位体積あたりの粒子の表面積 S_2 は $n_2^3 \times s_2 = 2n_1^3 s_1 = 2S_1$ であり、単位体積あたりの粒子の正味体積 V_2 は $n_2^3 \times v_2 = n_1^3 v_1 = V_1$ である。

【0146】

すなわち、粒子の半径を 2 分の 1 にすると、単位体積あたりの粒子数は 8 倍になり、単位体積あたりの粒子の表面積は 2 倍になり、単位体積あたりの粒子の正味体積は変化しない。したがって、粒子の半径を 2 分の 1 にし粒子の全重量を 2 分の 1 にすると、粒子の全表面積は変わらない。メッキ液への銅の溶出速度（銅イオンの供給性能）は、粒子の全表面積に依存するので、このようにすることにより、銅イオンの供給性能を変えずに軽量化を図ることができる。銅の形状を立方体等のチップ状にしても同様である。

【0147】

次に、粒子が銅溶解タンク 110a～110c 内に存在していた場合の粒子による圧力損失（圧損）を考える。メッキ液等銅溶解タンクを流れる液体が非圧縮流体であるとする、その液体の流量を一定とするとき、メッキ液等の圧力損失 ΔP_1 は、 kL/SR^2 で表される。ここで、 k は定数であり、 L は粒子が存在している空間の流路に沿う長さであり、 S はその断面積であり、 R は粒子の半径である。

【0148】

上述の例のように、粒子の半径を 2 分の 1 にし、粒子の正味体積を 2 分の 1 にした場合、粒子が存在している空間の長さ L も 2 分の 1 になり、圧力損失 ΔP_2 は $kL_2^2/S = k(L/2) \cdot 1/(S(R/2)^2) = 2\Delta P_1$ になる。

すなわち、銅供給源として球状の銅を用いた場合、銅イオンの供給性能を維持

しつつ軽量化を図ろうとして、粒子の半径を2分の1にし全重量を2分の1にした場合、圧力損失は2倍になる。このように、銅の重量に反比例して圧力損失は大きくなるので、銅供給源として球状の銅を用いた場合、軽量化と低い圧力損失とは両立し得ない。

【0149】

次に、銅供給源が積層された複数の銅メッシュ146である場合を考える。銅の線材（以下、「素線」という。）を円柱状とすると、メッシュ数を変えずに素線の半径を2分の1にすると、1枚の銅メッシュ146に含まれる素線の全長はほとんど変わらずに、1本の素線の体積は4分の1になるので、1枚の銅メッシュ146の重量はおよそ4分の1になり、1枚の銅メッシュ146の厚さはおよそ2分の1になり、1枚の銅メッシュ146あたりの素線の全面積はおよそ2分の1になる。ここで、素線の端面の面積は無視している。

【0150】

銅溶解タンク110a～110cの環状空間145に、メッキ液等の流路に沿う一定の長さの空間に銅メッシュ146を配する場合を考えると、素線の半径が r_3 のときと比べて、素線の半径が $r_4 = r_3 / 2$ のときは、銅メッシュ146の枚数は2倍になり、銅メッシュ146の総重量は2分の1になる。すなわち、メッキ液等の流路に沿う一定の長さの空間に銅メッシュ146を密に配するという条件の下で、素線の半径を2分の1にすると、素線の全表面積は変わらず銅メッシュ146の全重量を2分の1にすることができる。以上は、銅供給源が球状の銅の場合と同様である。

【0151】

次に、銅メッシュ146が銅溶解タンク110a～110c内に存在していた場合の銅メッシュ146による圧力損失を考える。この場合、メッシュ数一定のまま素線の半径を2分の1にしても、メッキ液等が流れる銅メッシュ146の開口は狭くならず、むしろ素線が細くなる分開口は大きくなる。また、銅メッシュ146が存在している空間の流路に沿う長さも変わらないので、圧力損失は、変わらないか、むしろ小さくなる。この点は、上述の球状の銅（粒子）を用いた場合と大きく異なる。

【 0 1 5 2 】

また、メッシュ状の銅を用いた方が、球状の銅を用いた場合より、これらが密に配された状態での隙間を大きくとれるので、圧力損失の絶対値を小さくすることができる。特に、銅メッシュ 1 4 6 の積層方向に開口が揃えられていた場合、圧力損失は小さくなる。圧力損失を小さくするため、銅メッシュ 1 4 6 が配された空間の空隙率は、3 0 % 以上（当該空間の体積に対する銅メッシュ 1 4 6 の体積の割合が 7 0 % 以下）であることが好ましい。また、銅メッシュ 1 4 6 のメッシュ数を変更することにより、空隙率を変更可能であり、初期的な空隙率を制御しやすい。

【 0 1 5 3 】

さらに、粒子を用いた場合、銅のメッキ液等への溶解が進むに従って、圧力損失が増大する。このような事態を回避しようとする、小さくなった粒子を何らかの方法により流路から除去せねばならない。これに対し、銅メッシュ 1 4 6 を用いた場合は、銅のメッキ液等への溶解が進んでも、素線が相互に織り込まれた構造は変化せず空隙率の変化は少ないので、圧力損失の変化は少ない。

銅メッシュ 1 4 6 のメッキ液等への溶解がさらに進み、メッシュ構造が維持できなくなり、素線片が流れ出した場合は、素線片はフィルタ 1 4 7 により捉えられるようになっている。

【 0 1 5 4 】

このような銅メッシュ 1 4 6 は、大きな長方形または正方形のメッシュを一定形状の型により打ち抜いて得ることができる。

図 1 5 は、主成分管理部 2、微量成分管理部 3、および後処理薬液供給部 4 の制御システムの構成を示すブロック図である。

主成分管理部 2 は、シリアル／パラレル変換器 1 6 5 および操作パネル 1 6 6 を備えている。ウエハ処理部 1 に備えられたシステムコントローラ 1 5 5 は、RS-4 8 5 規格のケーブルを介してシリアル／パラレル変換器 1 6 5 と接続されており、RS-2 3 2 C 規格のケーブルを介して操作パネル 1 6 6 と接続されている。

【 0 1 5 5 】

シリアル／パラレル変換器 1 6 5 には、電磁弁 1 6 7 やセンサ 1 6 8（たとえば、定量確認センサ 1 2 6，1 3 3、空確認センサ 1 2 7，1 3 4、重量計 1 5 4 a ～ 1 5 4 c）などがパラレル接続されている。電磁弁 1 6 7 は、たとえば、エア弁からなるバルブ（たとえば、バルブ A V 1 - 1 など）を制御することができる。また、操作パネル 1 6 6 により、作業者は主成分管理部 2 に関する情報を入出力することができる。

【 0 1 5 6 】

微量成分管理部 3 は、微量成分管理コントローラ 1 6 9 を備えており、ウエハ処理部 1 に備えられたシステムコントローラ 1 5 5 によらない制御もできるようになっている。微量成分管理コントローラ 1 6 9 とシステムコントローラ 1 5 5 とは、RS - 2 3 2 C 規格のケーブルで接続されている。

微量成分管理コントローラ 1 6 9 には、ディスプレイ 1 7 0、キーボード 1 7 1、ポテンショスタット（電源）1 7 2、シリンジポンプ 1 7 3、シリアル／パラレル変換器 1 7 4 などが接続されている。ディスプレイ 1 7 0 およびキーボード 1 7 1 により、微量成分管理コントローラ 1 6 9 と作業者との間で、情報の入出力をできるようになっている。

【 0 1 5 7 】

メッキ液中の微量成分の濃度を測定する際、シリンジポンプ 1 7 3 により、サンプリングされたメッキ液に指示薬等を滴下することができる。また、シリンジポンプ 1 7 3 により、補充すべき量の微量成分を計量することができる。

シリアル／パラレル変換器 1 7 4 には、パラレルケーブルを介して電磁弁 1 7 5 やセンサ 1 7 6（たとえば、液面センサ）が接続されている。電磁弁 1 7 5 は、たとえば、エア弁からなるバルブを制御することができる。

【 0 1 5 8 】

後処理薬液供給部 4 は、シリアル／パラレル変換器 1 7 7 を備えている。ウエハ処理部 1 に備えられたシステムコントローラ 1 5 5 は、RS - 4 8 5 規格のケーブルを介してシリアル／パラレル変換器 1 7 7 と接続されている。シリアル／パラレル変換器 1 7 7 には、パラレルケーブルを介して電磁弁 1 7 8 およびセンサ 1 7 9 などが接続されている。電磁弁 1 7 8 は、たとえば、エア弁からなるバ

ルブ（たとえば、バルブ 9 3 V， 1 0 8 V）を制御することができる。

【 0 1 5 9 】

以下、図 1 2 および図 1 3 を参照して、メッキ処理部 1 2 でメッキ処理を行うときの主成分管理部 2 の動作について説明する。

メッキ処理に先立って、システムコントローラ 1 5 5 により、いずれの銅溶解タンク 1 1 0 a ～ 1 1 0 c を使用するかが決定される。銅溶解タンク 1 1 0 a ～ 1 1 0 c は、内部の銅メッシュ 1 4 6 の重量が最も小さいものが使用され、他のものは予備（リザーブ）とされ使用されない。

【 0 1 6 0 】

システムコントローラ 1 5 5 のメモリには、予め、各銅溶解タンク 1 1 0 a ～ 1 1 0 c の正味の重量およびこれらの内部にメッキ液等が満たされたときの重量のデータが入力されており、システムコントローラ 1 5 5 は、各重量計 1 5 4 a ～ 1 5 4 c の出力信号に基づいて、各銅溶解タンク 1 1 0 a ～ 1 1 0 c 内の銅メッシュ 1 4 6 の重量を計算する。

その結果、たとえば、銅溶解タンク 1 1 0 a 内の銅メッシュ 1 4 6 が、最も重量が小さいと判断されると、システムコントローラ 1 5 5 は、メッキ処理部 1 2 と銅溶解タンク 1 1 0 a との間でメッキ液を循環させる流路を形成するように制御する。具体的には、バルブ A V 1 - 2， A V 1 - 5， A V 3 - 2， A V 3 - 1， A V 2 - 1 が開かれ、他のバルブは閉じられる。

【 0 1 6 1 】

この状態で、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、ポンプ P 5 が作動される。これにより、メッキ液は、メッキ処理部 1 2 から銅溶解タンク 1 1 0 a 内に送られ、銅溶解タンク 1 1 0 a 内の銅メッシュ 1 4 6 の隙間を通して、再びメッキ処理部 1 2 へと戻される。銅溶解タンク 1 1 0 a 内では、メッキ液中の 3 価の鉄イオンが銅メッシュ 1 4 6 から電子を奪い取って 2 価の鉄イオンに還元される。電子を奪われた銅メッシュ 1 4 6 からは銅イオンがメッキ液中に溶出する。このような反応は、銅からなる溶解性のアノードを用いた場合のように、ブラックフィルムが形成されていなくても生じる。

【 0 1 6 2 】

このようにして、メッキ処理中にウエハW下面で銅イオンが失われる一方で、銅メッシュ146から銅イオンが補われる。また、アノード電極76近傍で2価の鉄イオンが3価の鉄イオンに酸化される一方で、銅メッシュ146近傍で3価の鉄イオンが2価の鉄イオンに還元される。

メッキ液中の銅イオンならびに2価および3価の鉄イオンの濃度が、所定の濃度からずれると、ウエハW表面に形成された微細な孔や溝の埋め込み性が悪くなり良好なメッキができなくなる。したがって、メッキ液中の銅イオンならびに2価および3価の鉄イオンの濃度を所定の値（所定の濃度範囲内）に保つ必要がある。すなわち、ウエハW下面で失われる銅イオンの量と、銅メッシュ146から溶出する銅イオンの量がほぼ同じになるようにし、アノード電極76近傍で生じる2価の鉄イオンの量と、銅メッシュ146近傍で生じる3価の鉄イオンの量がほぼ同じになるようにしなければならない。

【0163】

メッキによるメッキ液中の銅イオンの消費速度は、各メッキ処理ユニット20a～20dの稼働状態によって決まる。また、銅溶解タンク110a～110c内において、銅メッシュ146のメッキ液中への溶出速度は、メッキ液に接する銅メッシュ146を構成する素線の表面積（以下、単に「銅メッシュ146の表面積」という。）、銅メッシュ146の隙間を流れるメッキ液の流速、およびメッキ液中の鉄イオン濃度によって決まる。

【0164】

銅メッシュ146の所期形状は一定であり、銅メッシュ146を構成する素線は、溶解により所期の形状と相似形を保ったまま小さくなるものとみなせる。したがって、銅メッシュ146の体積（重量）がわかれば、銅メッシュ146の表面積を求めることができる。銅メッシュ146の重量は、上述のように重量計154a～154cの出力信号に基づいて求めることができる。

また、銅メッシュ146の隙間を流れるメッキ液の流速は、銅溶解タンク110a～110cへ流入するメッキ液の流量で代用することができる。

【0165】

このため、システムコントローラ155は、ポンプP5の送液量を、メッキ処

理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d の稼働状態、重量計 1 5 4 a ~ 1 5 4 c の出力信号に基づいて求められた銅メッシュ 1 4 6 の表面積、および吸光度計 6 6 B の出力信号に基づいて決定する。ポンプ P 5 の送液量は、流量計 1 2 3 の出力信号がシステムコントローラ 1 5 5 にフィードバックされることにより、所定の流量になるように調整される。このような制御により、メッキ液中の銅イオンの濃度をほぼ一定に保つことができる。

【 0 1 6 6 】

システムコントローラ 1 5 5 により、銅溶解タンク 1 1 0 a 内の銅メッシュ 1 4 6 の重量が、所定の重量（以下、溶解され始める前のこの銅メッシュ 1 4 6 の重量の半分とする。）以下になったと判定されると、2 番目に重量の小さい銅メッシュ 1 4 6 が収容された銅溶解タンク（以下、銅溶解タンク 1 1 0 b とする）にも、メッキ液が流れるようにされる。具体的には、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、すでに開かれているバルブに加え、バルブ A V 4 - 1 , A V 4 - 2 がさらに開かれる。これにより、メッキ液は、バッファ槽 1 1 f と銅溶解タンク 1 1 0 a , 1 1 0 b との間を循環する。

【 0 1 6 7 】

銅メッシュ 1 4 6 のメッキ液への溶解がさらに進み、銅溶解タンク 1 1 0 b 内の銅メッシュ 1 4 6 の重量が、溶解され始める前のこの銅メッシュ 1 4 6 の重量の半分（所定の重量）以下になったと判定されると、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、さらに、銅溶解タンク 1 1 0 c にもメッキ液が流れるようにされる。このとき、銅溶解タンク 1 1 0 a 内の銅メッシュ 1 4 6 は、ほとんどなくなっているので、銅溶解タンク 1 1 0 a のカートリッジ 1 4 0 を、新しい（所期の量の銅メッシュ 1 4 6 が収容された）カートリッジ 1 4 0 に交換する。

【 0 1 6 8 】

このように、3 つの銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c を主成分管理部 2 に接続して使用することにより、カートリッジ 1 4 0 の交換時を含めて、メッキ液に常時十分な量の銅イオンを供給することができる。

次に、メッキ処理部 1 2 でメッキ処理がされていないときの主成分管理部 2 の動作について説明する。メッキ処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d でメッキ処理が行わ

れていないとき、メッキ液収容槽 5 5 と銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c との間でメッキ液を循環させると、メッキ液中の銅イオンの濃度は適正な濃度範囲を超えて上昇する。これは、メッキ液中の銅イオンが消費されないにもかかわらず、銅メッシュ 1 4 6 からメッキ液に銅イオンが供給されるからである。

【 0 1 6 9 】

また、メッキ液の循環を停止すると、銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c 内の銅メッシュ 1 4 6 の表面が不可逆的に変質し、再度、メッキ液を循環させてメッキ処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d でメッキ処理を行ったとき、ウエハ W 表面に形成された微細な孔や溝を良好に埋めてメッキできなくなる。

そこで、メッキ処理部 1 2 でメッキ処理がされていないときは、銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c 内のメッキ液を置換液に置換し、メッキ液の銅イオン濃度の上昇および銅メッシュ 1 4 6 表面の変質を防ぐようにされる。以下、置換する対象を銅溶解タンク 1 1 0 a とする。

【 0 1 7 0 】

上述の銅メッシュ 1 4 6 表面の変質は、数時間以内に起こる場合がある。一方、メッキ処理部 1 2 で一旦メッキ処理を終了した場合でも、生産計画の変更等により、すぐにメッキ処理を再開する場合がある。この場合、銅溶解タンク 1 1 0 a 内のメッキ液が置換液に置換されていると、再び銅溶解タンク 1 1 0 a 内をメッキ液に置換しなければならず、生産性が低下する。このため、銅溶解タンク 1 1 0 a 内のメッキ液は、メッキ処理部 1 2 におけるメッキ処理が終了してから 2 ~ 3 時間の待機時間が経過した後に、置換液に置換される。

【 0 1 7 1 】

メッキ処理部 1 2 でメッキ処理が終了した後、すぐにメッキ処理を再開する可能性が低い場合などは、メッキ処理が終了した直後に、銅溶解タンク 1 1 0 a 内のメッキ液を置換液に置換することとしてもよい。

まず、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、ポンプ P 5 が停止され、主成分管理部 2 のすべてのバルブが閉じられる。続いて、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、加圧／減圧部 1 6 4 がバッファ槽 1 1 1 内に給気するようにされる。これによりバッファ槽 1 1 1 内は加圧される。次に、システムコントロ

ーラ155の制御により、バルブAV2-2, AV3-1, AV3-2, AV1-5, AV1-2が開かれる。これにより、銅溶解タンク110a内のメッキ液が、メッキ処理部12のメッキ液収容槽55内に送られる。

【0172】

システムコントローラ155は、重量計154aの出力信号に基づき、銅溶解タンク110a内のメッキ液の重量を算出し、銅溶解タンク110a内にメッキ液がほぼなくなつたと判断されるまで、メッキ液収容槽55内へのメッキ液の送液操作を継続する。銅溶解タンク110a内にメッキ液がほぼなくなつたと判断されると、システムコントローラ155は、バルブAV3-3を一定時間開くように制御する。これにより、銅溶解タンク110aの底部に残っていたメッキ液のほぼ全量が、排液管149aを介して押し出される。

【0173】

次に、システムコントローラ155の制御により、バルブAV7-1が開かれて、バッファ槽111内に純水が導入される。バッファ槽111内の液面が上昇し、定量確認センサ126の出力信号により、バッファ槽111内の純水の液面が所定の高さ位置に達したと判断されると、システムコントローラ155の制御により、バルブAV7-1が閉じられる。これにより、バッファ槽111内に所定量の純水が導入される。

【0174】

続いて、システムコントローラ155の制御により、主成分管理部2のすべてのバルブが閉じられ、加圧／減圧部164がバッファ槽111内を排気するようにされる。これにより、バッファ槽111内は減圧状態となる。続いて、システムコントローラ155の制御により、バルブAV6-1, AV6-3が開かれる。これにより、計量カップ129内も減圧状態となり、置換原液タンク128内の置換原液が、置換原液移送管130を介して計量カップ129内へと吸い上げられる。

【0175】

この間、システムコントローラ155により、定量確認センサ133の出力信号がモニタされ、計量カップ129内の置換原液の液面が所定の高さ以上になっ

たと判断されると、バルブAV6-3, AV6-1が閉じるように制御される。これにより、所定量の置換原液が計量カップ129内に採取される。

そして、システムコントローラ155の制御により、バルブAV6-2, AV6-4が開かれる。これにより、計量カップ129内は大気圧にされるので、計量カップ129内の置換原液は、置換原液移送管131および置換原液供給配管124を介して、より圧力の低いバッファ槽111内へと移送され、バッファ槽111内の純水と混合される。空確認センサ134に出力信号に基づいて、計量カップ129内が空であると判断されると、システムコントローラ155は、バルブAV6-2, AV6-4を閉じるように制御する。

【0176】

以上の操作により、バッファ槽111内に所定濃度の置換液（たとえば、10%硫酸水溶液）が得られる。

続いて、システムコントローラ155によりバルブAV8-3が制御され、バッファ槽111と大気とが流通するようにされる。これにより、バッファ槽111内は大気圧になる。その後、システムコントローラ155の制御により、バルブAV1-1, AV1-5, AV3-2, AV3-1, AV2-2が開かれ、ポンプP5が作動される。この際、ポンプP5は、所定の時間のみ作動されるか、または、重量計154aの出力信号により、銅溶解タンク110a内が置換液で満たされたと判断されるまで作動される。その後、システムコントローラ155の制御により、ポンプP5が停止され、主成分管理部2内のすべてのバルブが閉じられる。

【0177】

そして、システムコントローラ155の制御により、バルブAV1-1, AV1-4が開かれて、バッファ槽111内に残った置換液が排出される。以上の操作により、銅溶解タンク110a内のメッキ液が置換液に置換される。メッキ時に使用されていなかった銅溶解タンク110b, 110cも、同様の手順により、内部に置換液が満たされている。

これにより、メッキ液中の銅イオン濃度は上昇することはない、また、銅メッシュ146の表面が変質することもない。メッキ処理部12と銅溶解タンク11

0 a (1 1 0 b、1 1 0 c) との間で、再度メッキ液を循環させ、メッキ処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d でメッキを行う際は、ウエハ W 表面に形成された微細な孔や溝を埋めて良好にメッキできる。硫酸はメッキ液の支持電解質であるので、置換液が硫酸水溶液である場合、多少の置換液がメッキ液に混入しても悪影響を及ぼさない。

【0 1 7 8】

上述の置換液への置換操作において、銅溶解タンク 1 1 0 a 内のメッキ液を抜き取った後、置換液を導入する前に、銅溶解タンク 1 1 0 a に純水を導入し排出するようにしてもよい。銅溶解タンク 1 1 0 a 内に純水を導入するには、純水供給源からバッファ槽 1 1 1 内に純水のみ導入して（純水導入の後、置換原液を導入せず）、置換液を銅溶解タンク 1 1 0 a 内に導入したときと同様の操作を行えばよい。この場合、置換液に混入するメッキ液の量を少なくできる。

【0 1 7 9】

次に、銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c のカートリッジ 1 4 0 を交換する手順を説明する。

銅メッシュ 1 4 6 の溶解が進み、銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c 内の銅メッシュ 1 4 6 の残量が一定量以下（たとえば、ほぼゼロとみなせる量）になると、その銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c のカートリッジ 1 4 0 を、所期の量の銅メッシュ 1 4 6 が収容されたカートリッジ 1 4 0 に交換する必要がある。

【0 1 8 0】

上述のように、メッキ処理ユニット 2 0 a ~ 2 0 d でメッキ処理が行われているときは、システムコントローラ 1 5 5 により、重量計 1 5 4 a ~ 1 5 4 c の出力信号がモニタされ、各銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c 内の銅メッシュ 1 4 6 の重量が算出されている。これにより、いずれかの銅溶解タンク 1 1 0 a ~ 1 1 0 c（以下、銅溶解タンク 1 1 0 a として説明する。）の銅メッシュ 1 4 6 が、所定の重量以下になったと判断されると、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、ディスプレイ 1 5 6 にその旨の表示がされるとともに、警報音発生装置 1 5 8（図 1 1 参照）が制御されて警報音が発せられる。

【0 1 8 1】

そして、自動で、または、作業者がキーボード 1 5 7 またはポインティングデバイス 1 5 6 p を介してシステムコントローラ 1 5 5 に指示を与えることにより、システムコントローラ 1 5 5 はポンプ P 5 を停止するように制御する。これにより、メッキ液の循環は停止される。そして、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、銅溶解タンク 1 1 0 a 内を置換液で置換するときと同様の操作により、銅溶解タンク 1 1 0 a からメッキ液が抜き出され、純水が銅溶解タンク 1 1 0 a 内に導入された後抜き出される。これにより、銅溶解タンク 1 1 0 a 内は洗浄される。

【 0 1 8 2 】

続いて、使用可能な他の 2 本の銅溶解タンク 1 1 0 b, 1 1 0 c のうち、銅メッシュ 1 4 6 の重量が小さいもの（以下、銅溶解タンク 1 1 0 b として説明する。）が選択される。そして、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、メッキ液を抜き出すときと同様の手順に従い、銅溶解タンク 1 1 0 b 内の置換液が抜き出される。ただし、この操作が行われるときは、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、バルブ A V 1 - 2 が閉じられバルブ A V 1 - 4 が開かれて、抜き出された置換液は排出される。

【 0 1 8 3 】

続いて、システムコントローラ 1 5 5 の制御により、銅溶解タンク 1 1 0 a が使用されていたときと同様の操作により、銅溶解タンク 1 1 0 b とメッキ処理部 1 2 のメッキ液収容槽 5 5 との間でメッキ液が循環される。

以上の操作において、メッキ液の循環が停止されてから再び循環が開始されるまでの間は、メッキ液に銅イオンが供給されない。しかし、メッキ液収容槽 5 5（図 6 参照）は大量のメッキ液を収容できるので、この間にウエハ W に対するメッキ処理を続行しても、メッキ液中の銅イオン濃度や 2 価の鉄イオンと 3 価の鉄イオンとの割合は急激には変わらない。したがって、この間にウエハ W に対するメッキ処理を続行しても、メッキによる銅膜の特性はほとんど変わらない。ただし、メッキ液収容槽 5 5 とメッキカップ 5 6 a ~ 5 6 d との間のメッキ液の循環は、継続されるものとする。

【 0 1 8 4 】

作業者が、古い（現在、銅溶解タンク 110 a に取り付けられている）カートリッジ 140 と、新しい（所期の量の銅メッシュ 146 が収容された）カートリッジ 140 とを交換する際は、安全のため、メッキ液の循環が停止される。このため、作業者は、ディスプレイ 156 またはポインティングデバイス 156 p を介して、システムコントローラ 155 にメッキ液の循環を停止するように指示を与える。これに応答して、システムコントローラ 155 は、ポンプ P5 を停止するように制御する。これにより、メッキ処理部 12 とすべての銅溶解タンク 110 a ～ 110 c との間のメッキ液の循環は停止される。

【0185】

そして、作業者は、銅溶解タンク 110 a の固定部材 142 を外して、古いカートリッジ 140 の代わりに新しいカートリッジ 140 を取り付ける。交換が終了すると、作業者は、その旨の情報を、ディスプレイ 156 またはポインティングデバイス 156 p を介して、システムコントローラ 155 に与える。これに答して、システムコントローラ 155 はポンプ P を作動させるように制御する。これにより、メッキ処理部 12 と銅溶解タンク 110 b との間で、メッキ液の循環が再開される。

【0186】

この場合も、メッキ液の循環を停止している間、メッキ処理ユニット 20 a ～ 20 d においてメッキ処理を行うことができる。すなわち、メッキ処理ユニット 20 a ～ 20 d においてメッキ処理がされているときでも、カートリッジ 140 の交換をすることができ、作業性がよい。

予備の銅溶解タンク 110 b, 110 c は、銅溶解タンク 110 a が使用されているときでも主成分管理部 2 に接続された状態にされているので、銅溶解タンク 110 a を交換しなければならなくなったときには、すぐに銅溶解タンク 110 b (110 c) に切り換えて使用することができる。予備の銅溶解タンク 110 b, 110 c 内の銅メッシュ 146 は十分重量が大きいので、銅溶解タンク 110 a のカートリッジ 140 を交換するための時間的余裕がある。

【0187】

以上のように、消耗した銅メッシュ 146 が収容されたカートリッジ 140 と

新しい銅メッシュ 1 4 6 が収容されたカートリッジ 1 4 0 とを交換することにより銅メッシュ 1 4 6（銅供給源）を交換でき、クリーンルーム内で銅メッシュ 1 4 6 を直接取り扱う必要がない。すなわち、銅供給源の交換が容易であり、銅供給源（銅メッシュ 1 4 6、カートリッジ 1 4 0）を交換する際、周囲（クリーンルームや基板処理装置 1 0 内）を汚すこともない。

【 0 1 8 8 】

上述のように、メッキ処理に先立って、ブラックフィルムを形成する必要がないので、カートリッジ交換後のウォーミングアップも不要である。

本発明に係る一実施形態の説明は以上の通りであるが、本発明は他の形態でも実施できる。たとえば、銅メッシュ 1 4 6 の代わりに、ひも状、ウール状（線材が構造維持が可能なように 3 次元的に絡み合ったもの）、つまきバネ状、渦巻状（蚊取り線香状）などの形状の銅の線材を銅供給源として用いることも可能である。また、短い銅の線材が 3 次元的に折り曲げられたものを多数環状空間 1 4 5 に充填して銅供給源とすることとしてもよい。

【 0 1 8 9 】

これらの場合でも、銅供給源の表面積を所定の大きさに保ちつつ重量を軽くし、かつ空隙率を大きくすることができる。また、これらの場合、粒子状の銅を用いた場合と比べて、銅が溶解することによる空隙率の変化も小さい。このような銅供給源は、銅メッシュ 1 4 6 を作成するときのような打ち抜き屑がでないので、無駄がない。

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の変更を施すことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態に係る基板処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】

ウエハ処理部の図解的な平面図である。

【図 3】

ウエハ処理部のエンクロージャの構造を示す図解的な斜視図である。

【図 4】

ロボット本体の構造を説明するための図である。

【図 5】

カセットが取り付けられたカセットステージの図解的な平面図および側面図である。

【図 6】

メッキ処理部の構成を示す図解的な正面図である。

【図 7】

サンプルメッキ液の銅濃度と測定された吸光度との関係を示す図である。

【図 8】

メッキ処理ユニットの構成を示す図解的な断面図である。

【図 9】

ベベルエッチングユニットの構成を示す図解的な断面図である。

【図 10】

洗浄ユニットの構成を示す図解的な断面図である。

【図 11】

ウエハ処理部の制御系統の構成を示すブロック図である。

【図 12】

主成分管理部の構成を示す図解図である。

【図 13】

銅溶解タンクの構成を示す図解的な断面図である。

【図 14】

銅メッシュの図解的な斜視図である。

【図 15】

主成分管理部、微量成分管理部、および後処理薬液供給部の制御系統の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

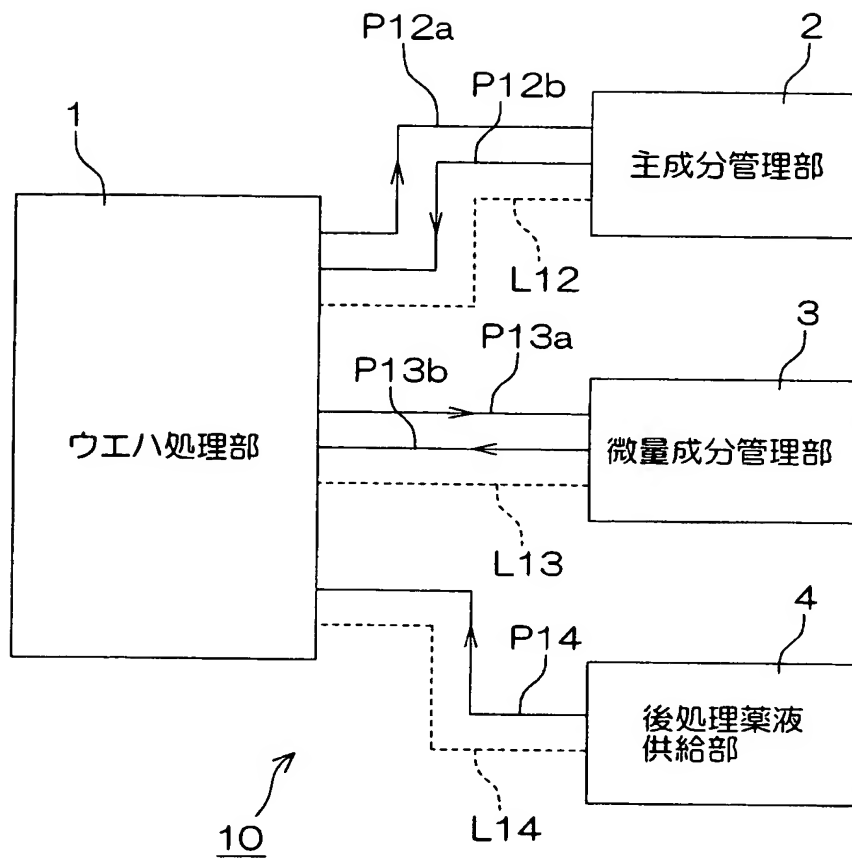
10 基板処理装置

12 メッキ処理部

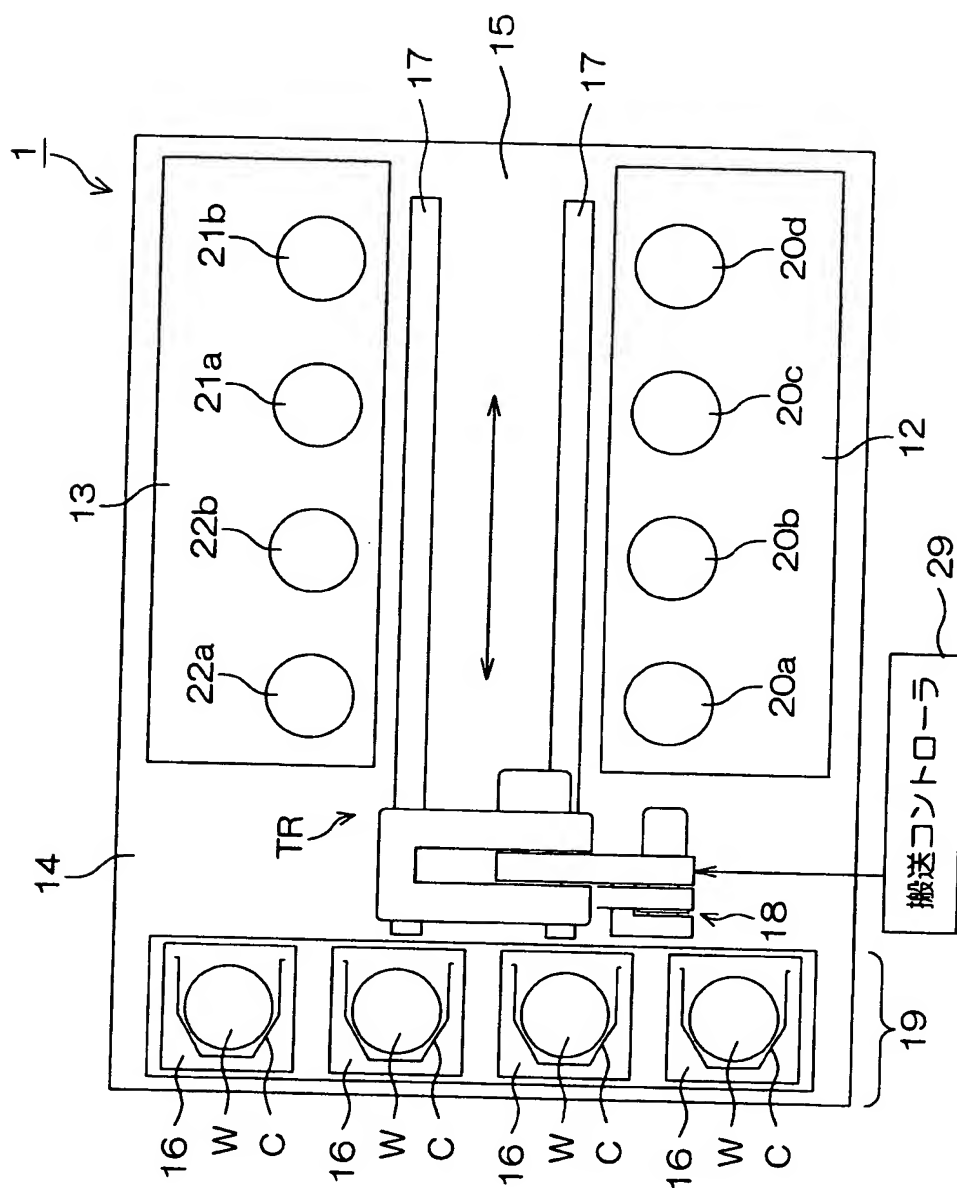
20 a, 20 b, 20 c, 20 d メッキ処理ユニット
 55 メッキ液収容槽
 56 a, 56 b, 56 c, 56 d メッキカップ
 57 送液配管
 58 a, 58 b, 58 c, 58 d 送液分岐配管
 61 a, 61 b, 61 c, 61 d メッキ槽
 63 a, 63 b, 63 c, 63 d リターン分岐配管
 64 リターン配管
 76 アノード電極
 110 a, 110 b, 110 c 銅溶解タンク
 111 バッファ槽
 112 置換原液供給部
 116 E メッキ液排出口
 117 E メッキ液導入口
 124 置換原液供給配管
 135 純水供給配管
 137 エアポンプ
 140 カートリッジ
 146 銅メッシュ
 154 a, 154 b, 154 c 重量計
 155 システムコントローラ
 P1, P2, P3, P4, P5 ポンプ
 P12 a, P12 b メッキ液移送管
 W ウエハ

【書類名】 図面

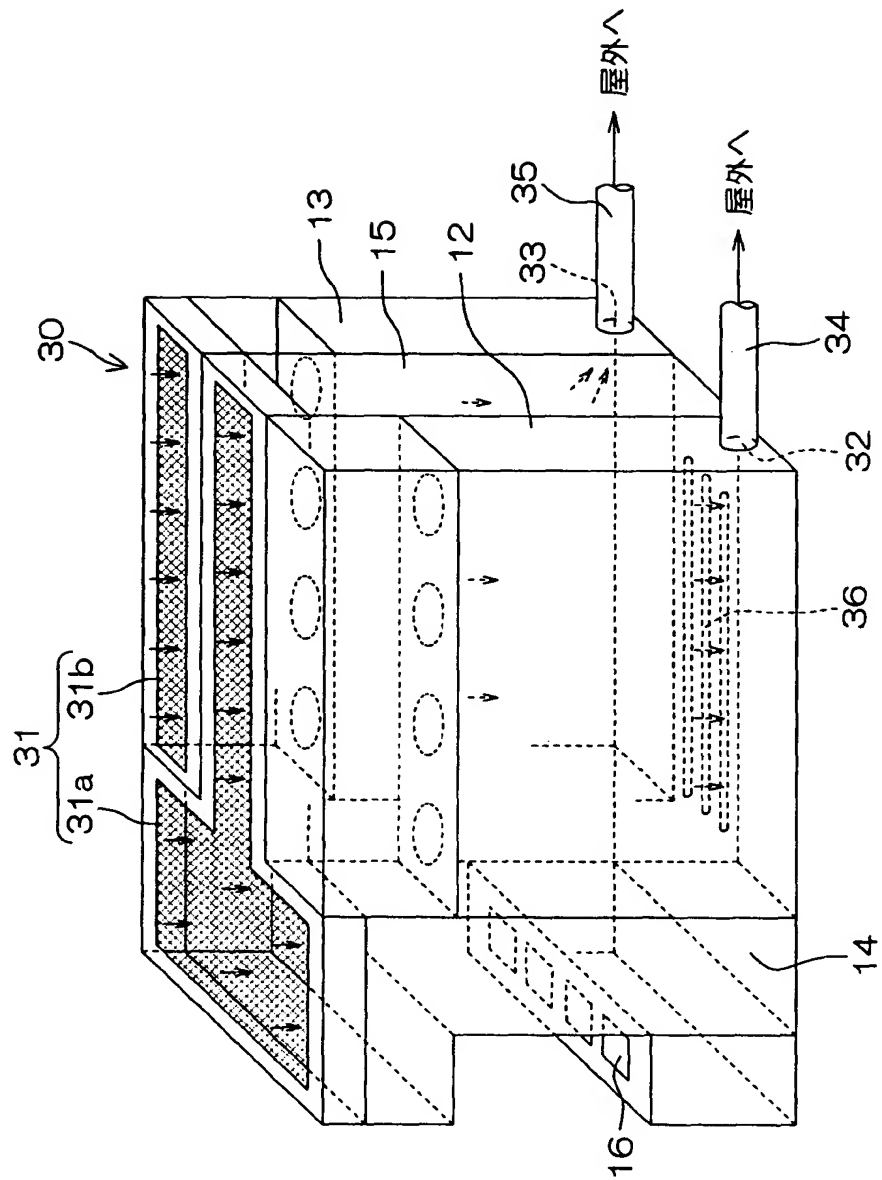
【図 1】



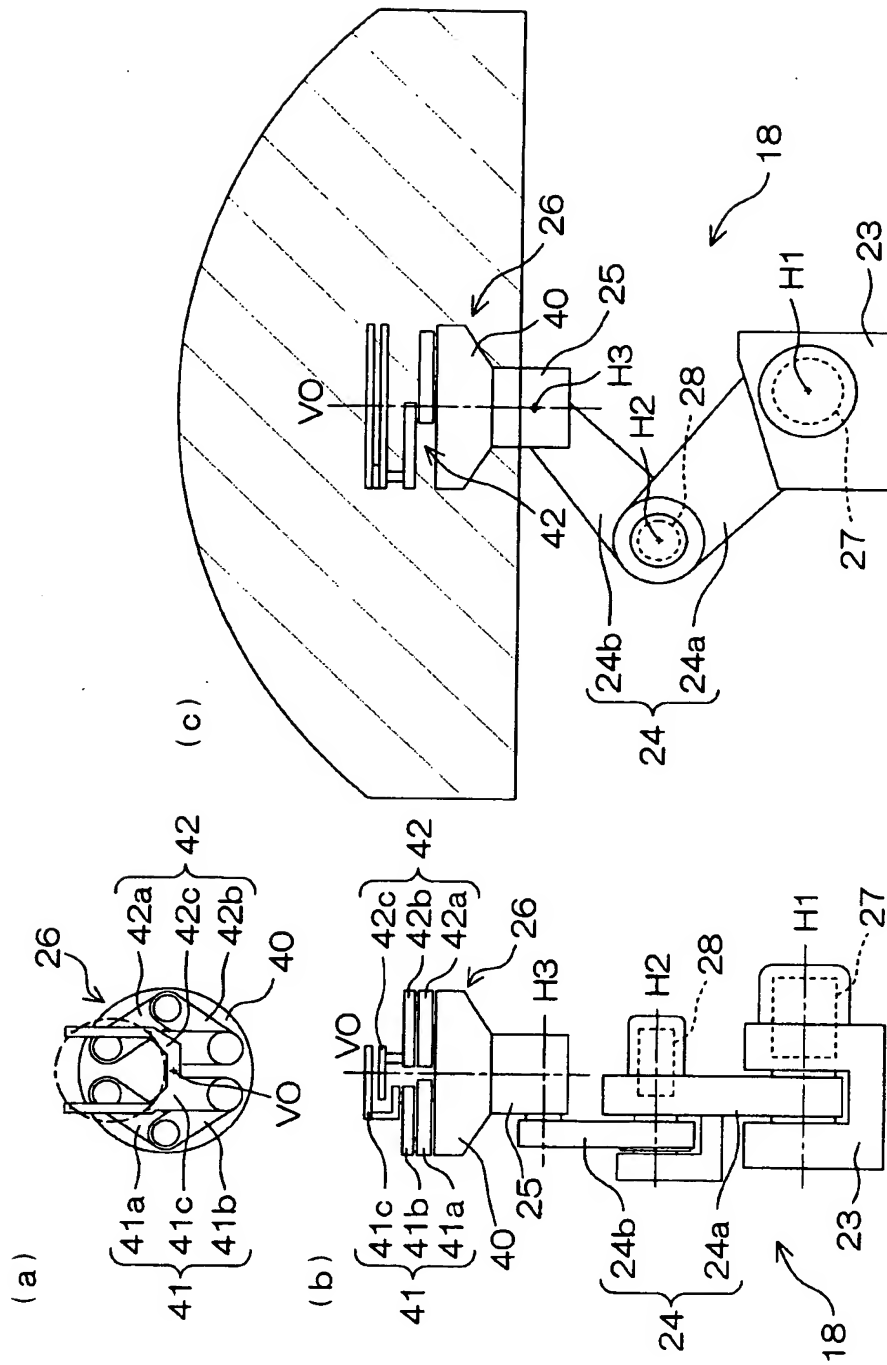
【図 2】



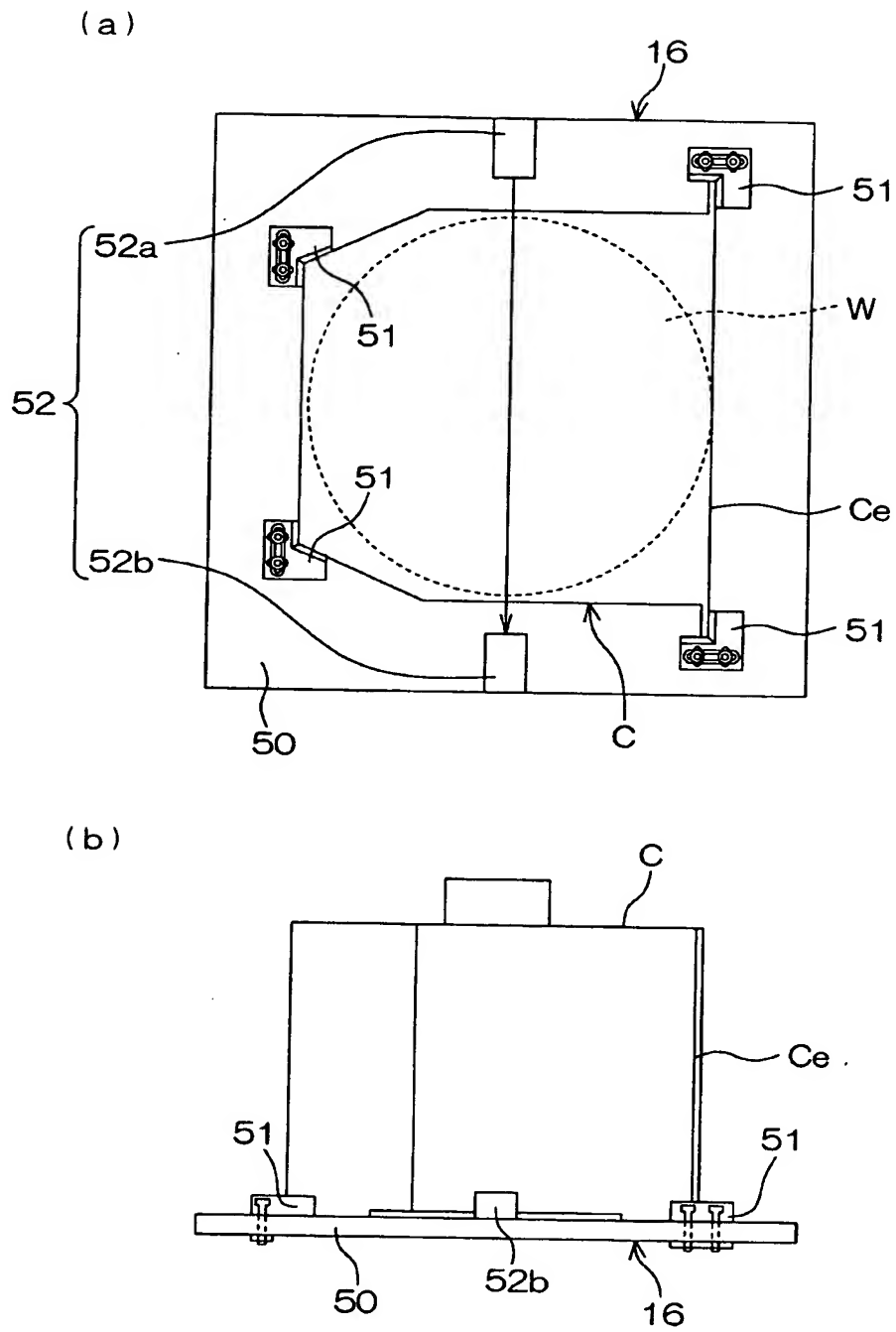
【図3】



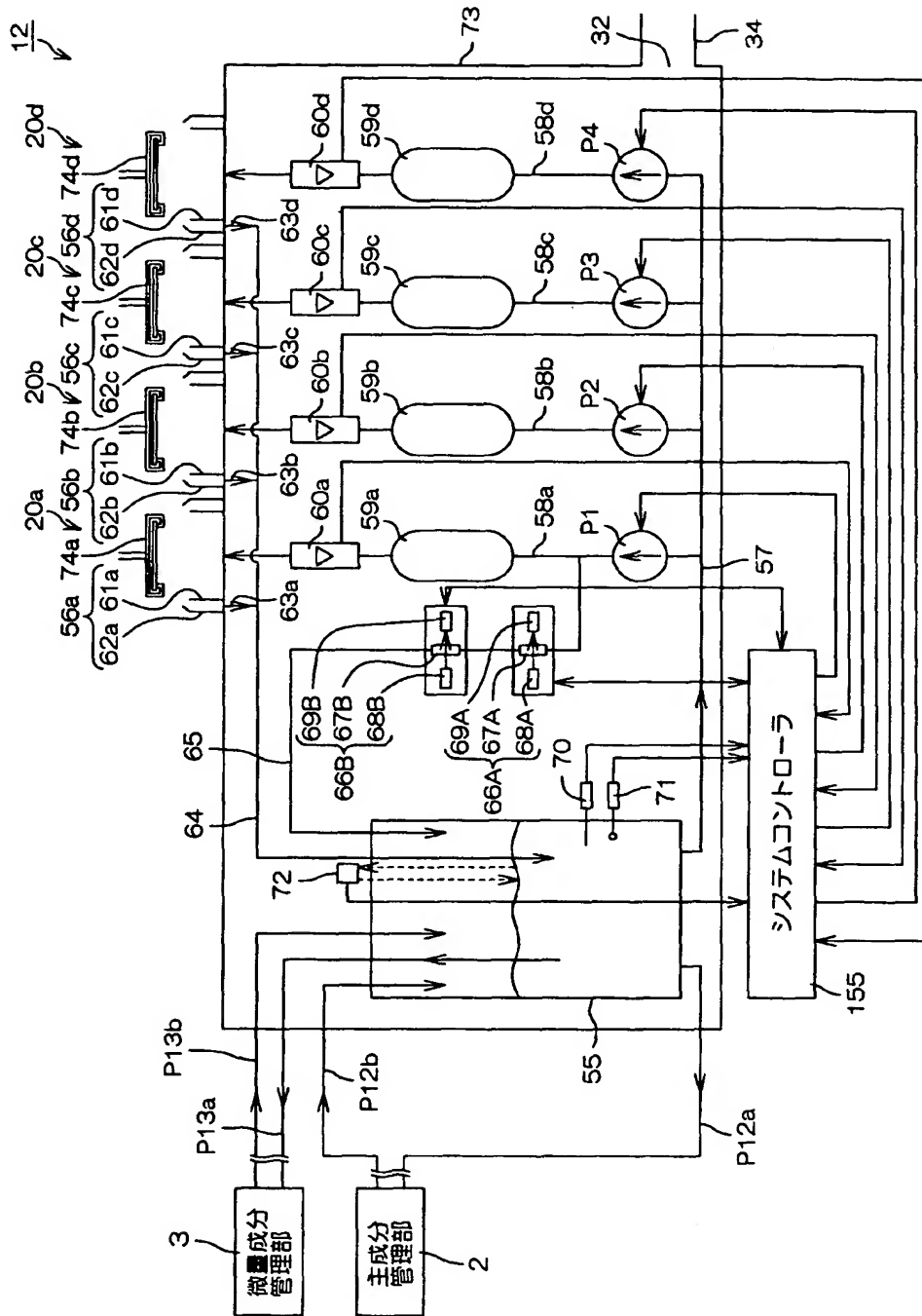
【図 4】



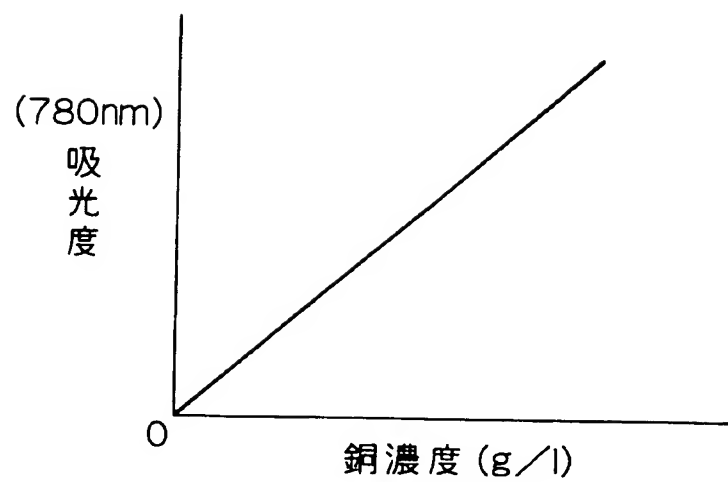
【図 5】



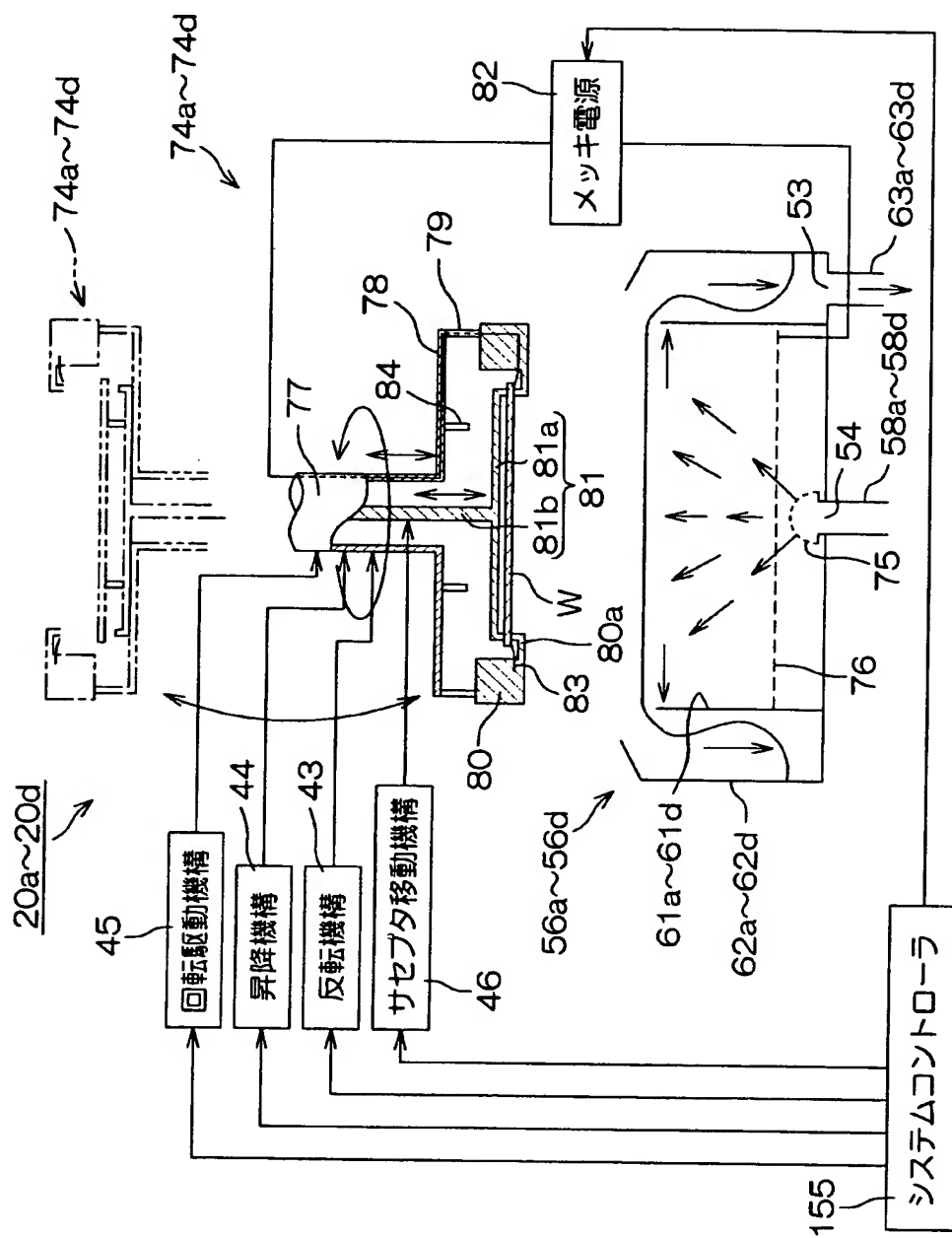
【図 6】



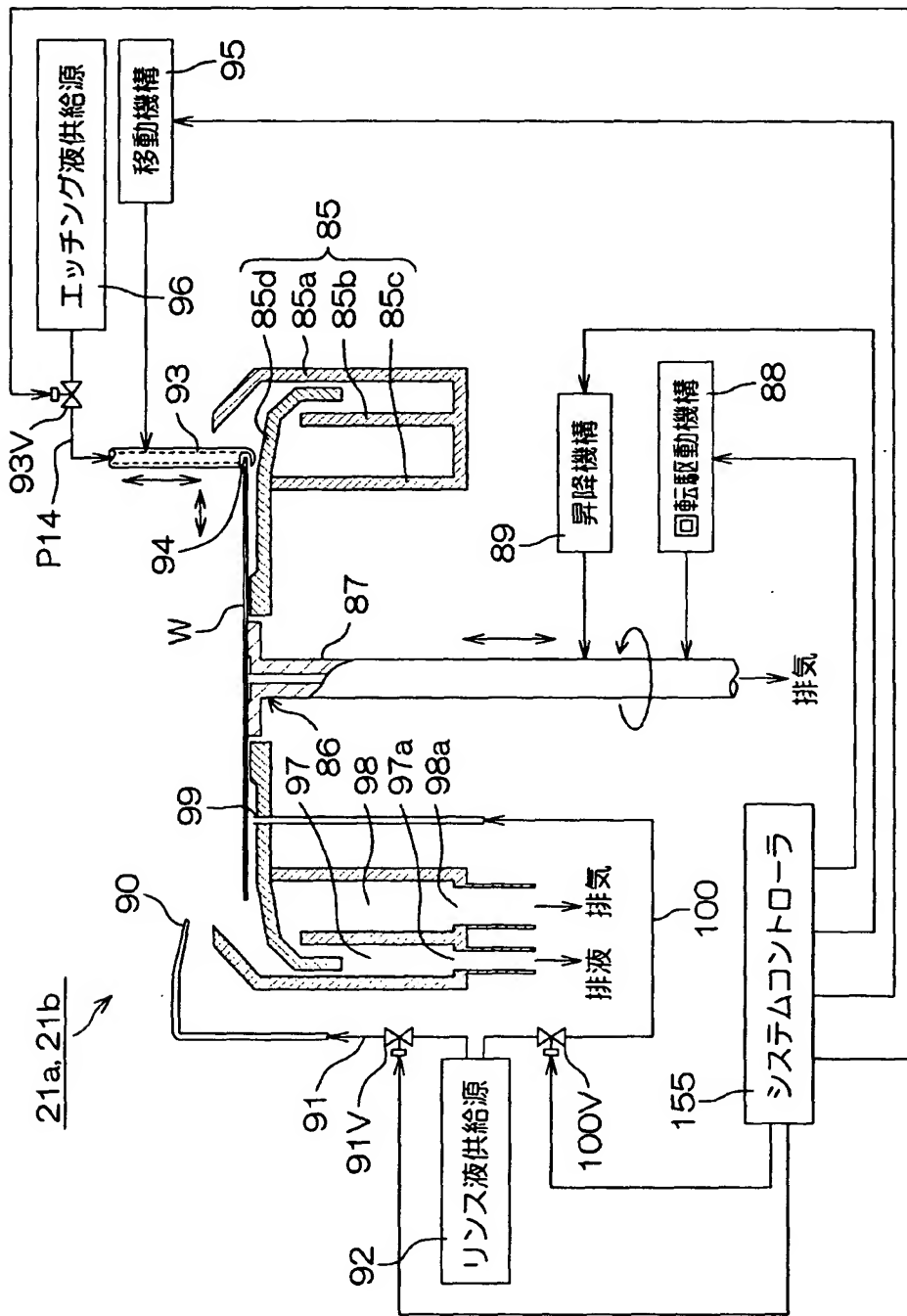
【図 7】



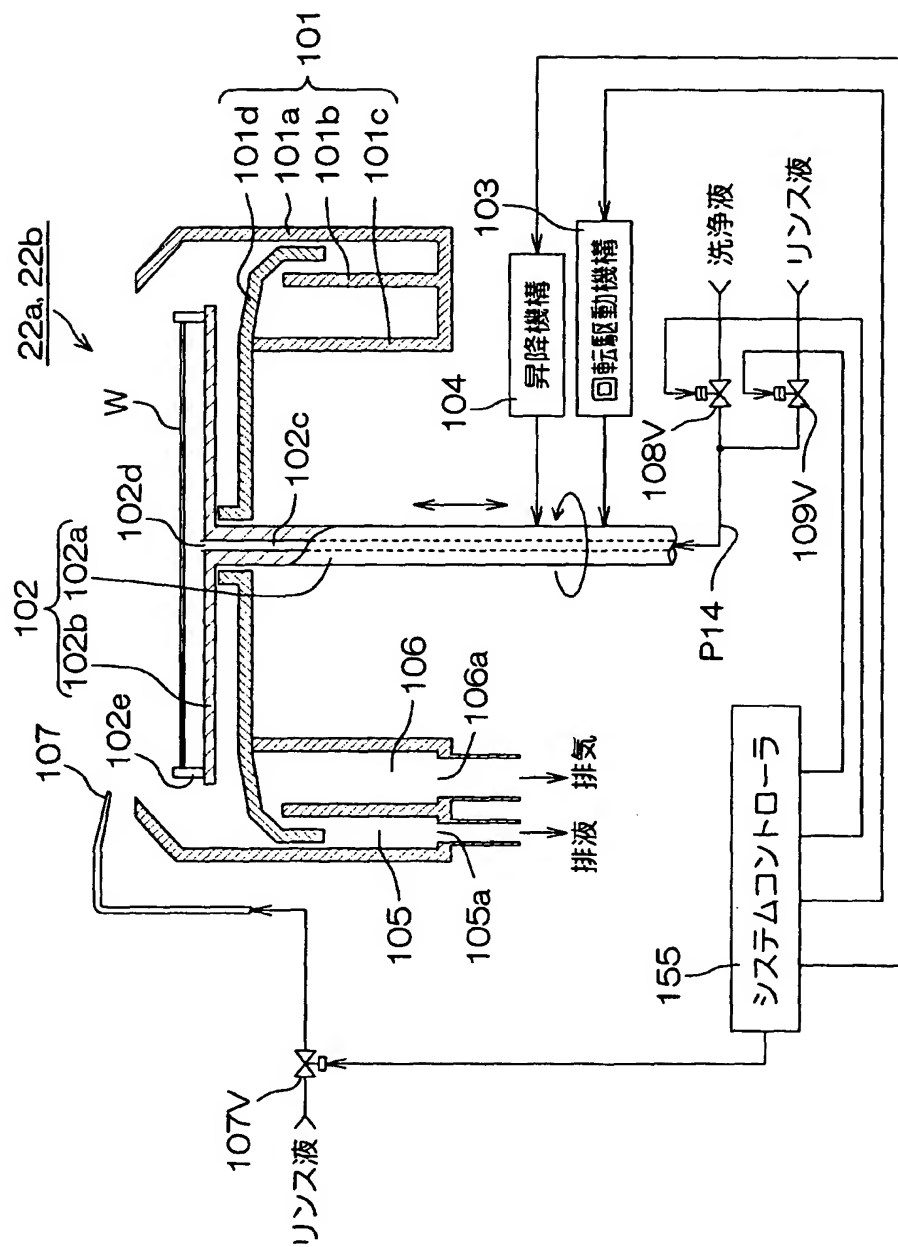
【図 8】



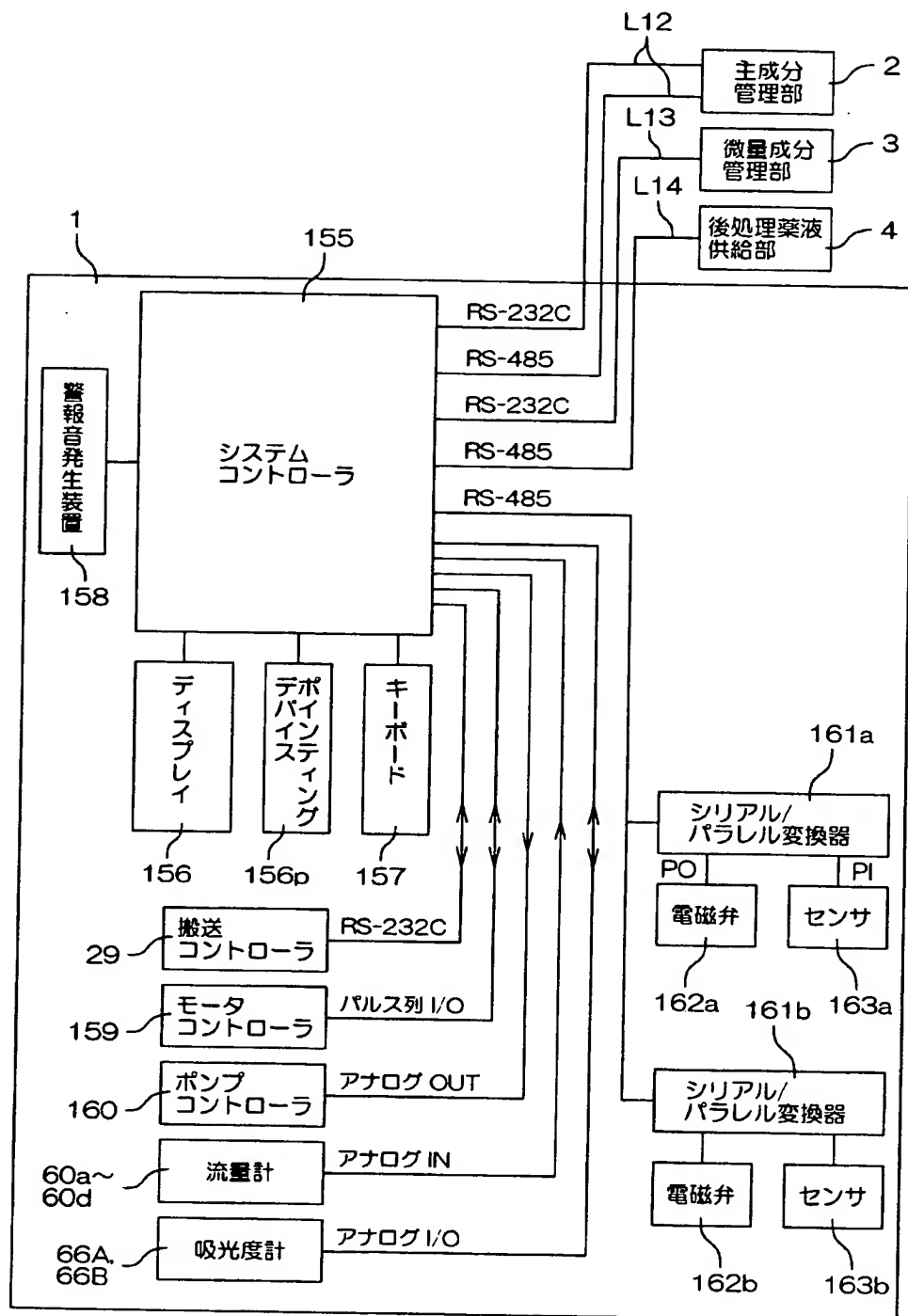
【図9】



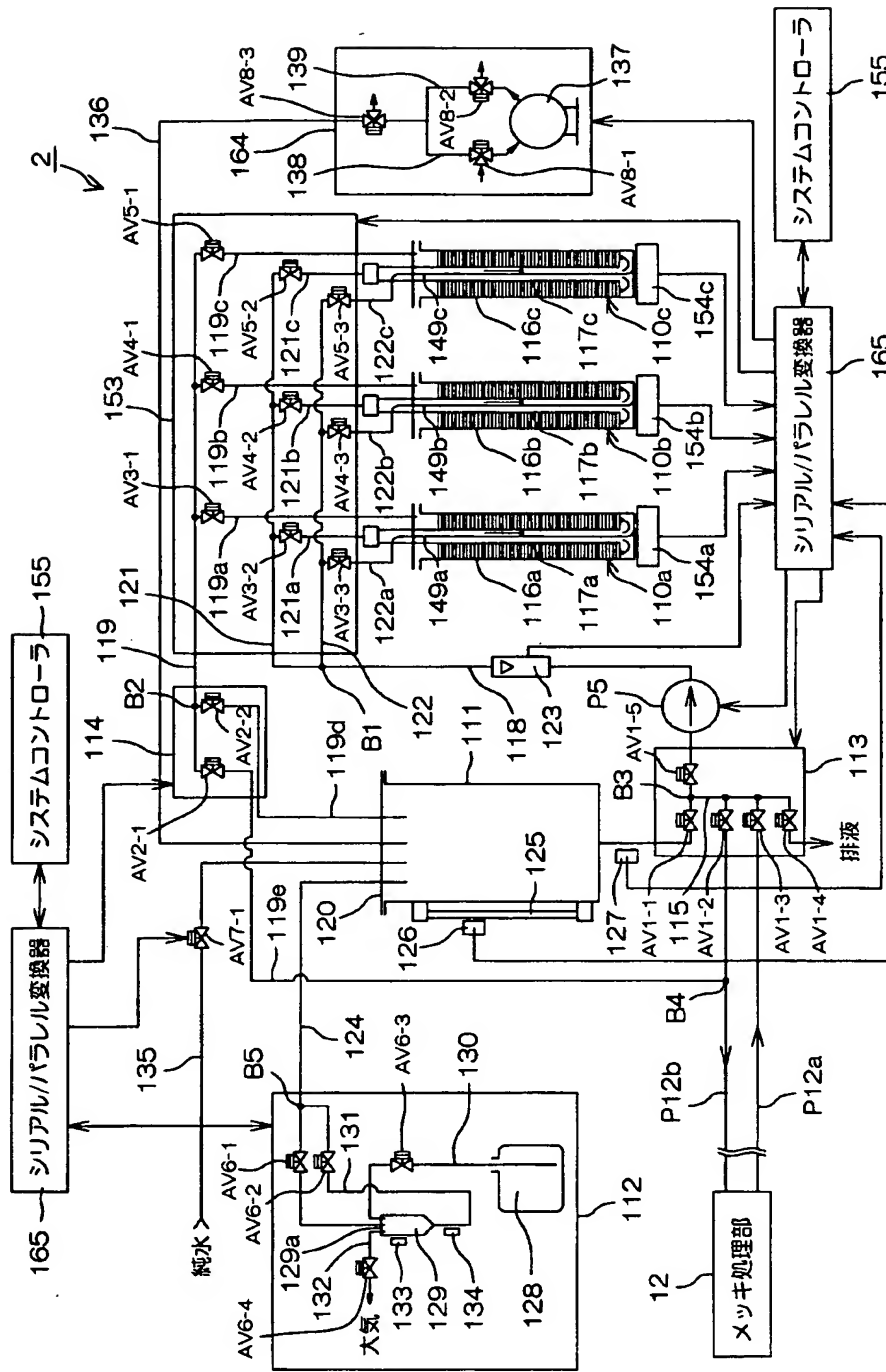
【図10】



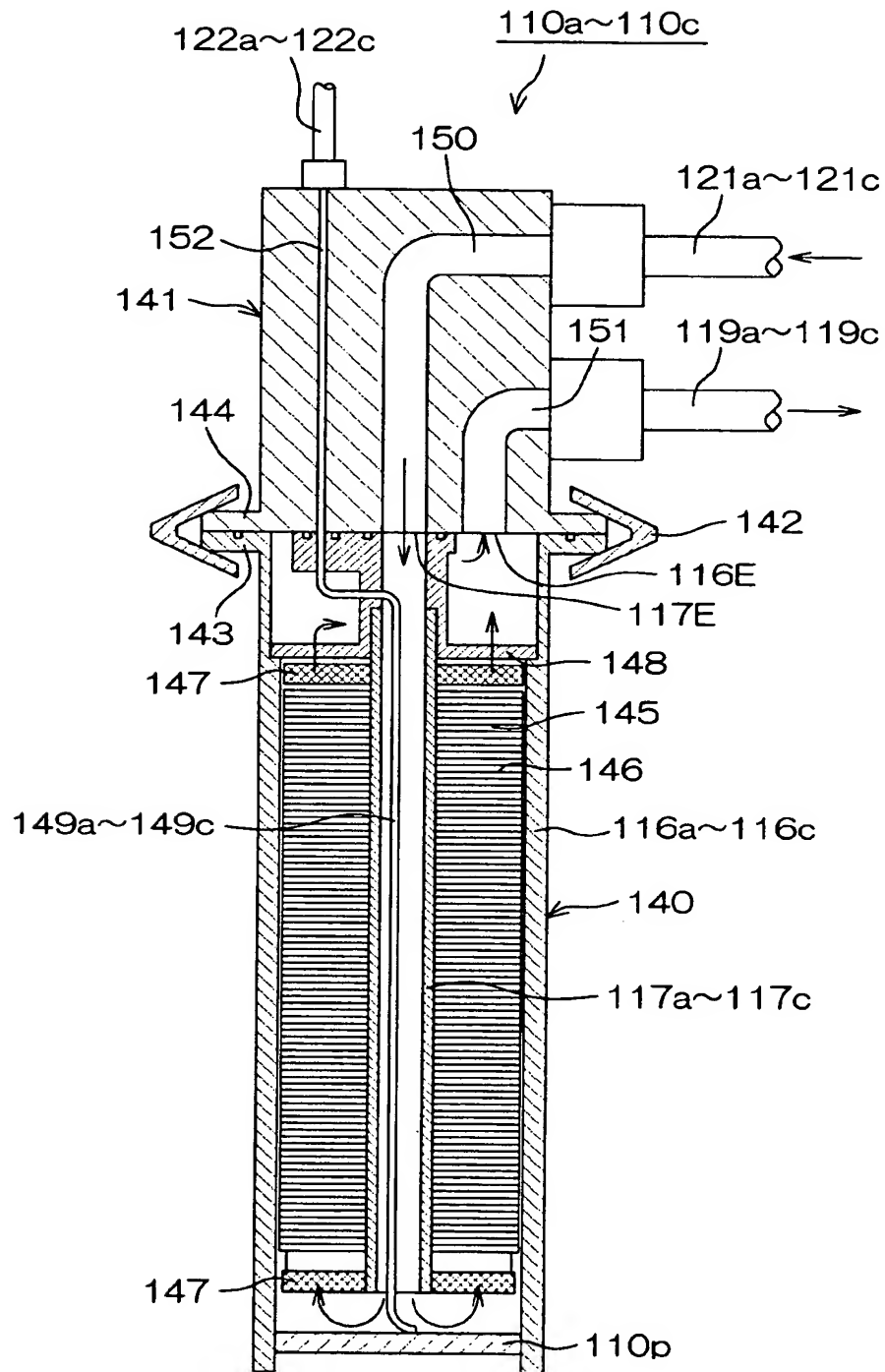
【図 11】



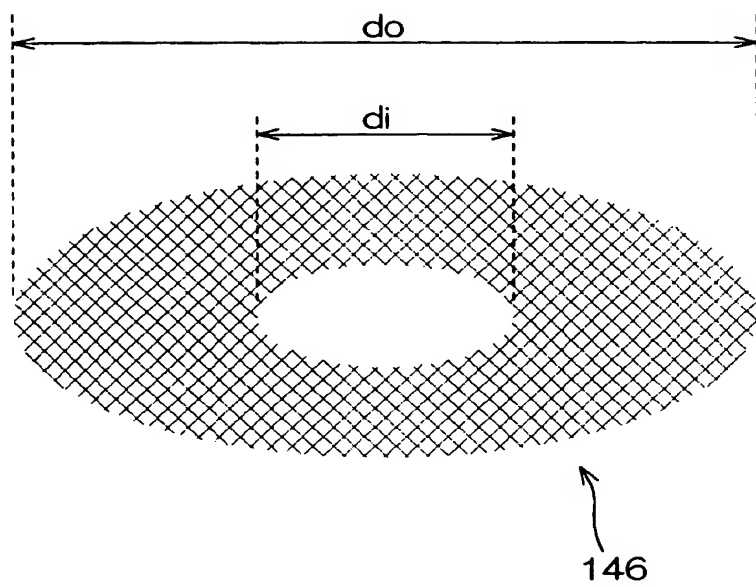
【図12】



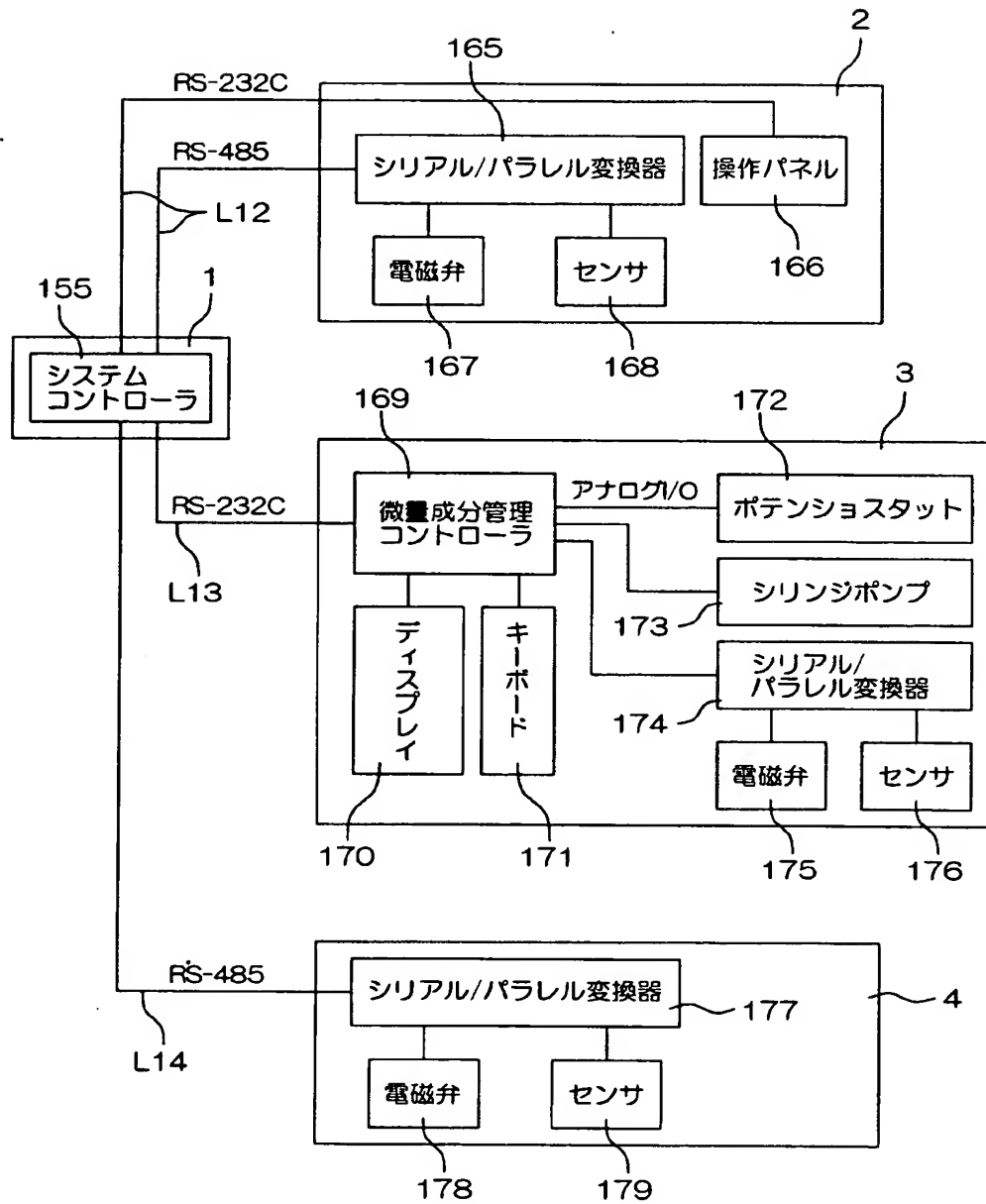
【図13】



【図 1 4】



【図 1 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 銅供給源を容易に交換することができる銅メッキをするためのメッキ装置を提供する。

【解決手段】 このメッキ装置は、メッキ液の循環経路に接続されメッキ液中に銅イオンを供給するための3つの銅溶解タンク110a～110c、これらのうち使用されていない銅溶解タンク110a～110cに置換液を供給するためのバッファ槽111、およびバッファ槽111に置換液の元となる置換原液を供給する置換原液供給部112を含んでいる。銅溶解タンク110a～110c内には、銅の線材を織って得られた銅メッシュが収容されている。銅溶解タンク110a～110cは、着脱自在なカートリッジを備えており、銅メッシュはこのカートリッジ内に配されている。

【選択図】 図12

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000207551]

1. 変更年月日 1990年 8月15日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の
1

氏 名 大日本スクリーン製造株式会社